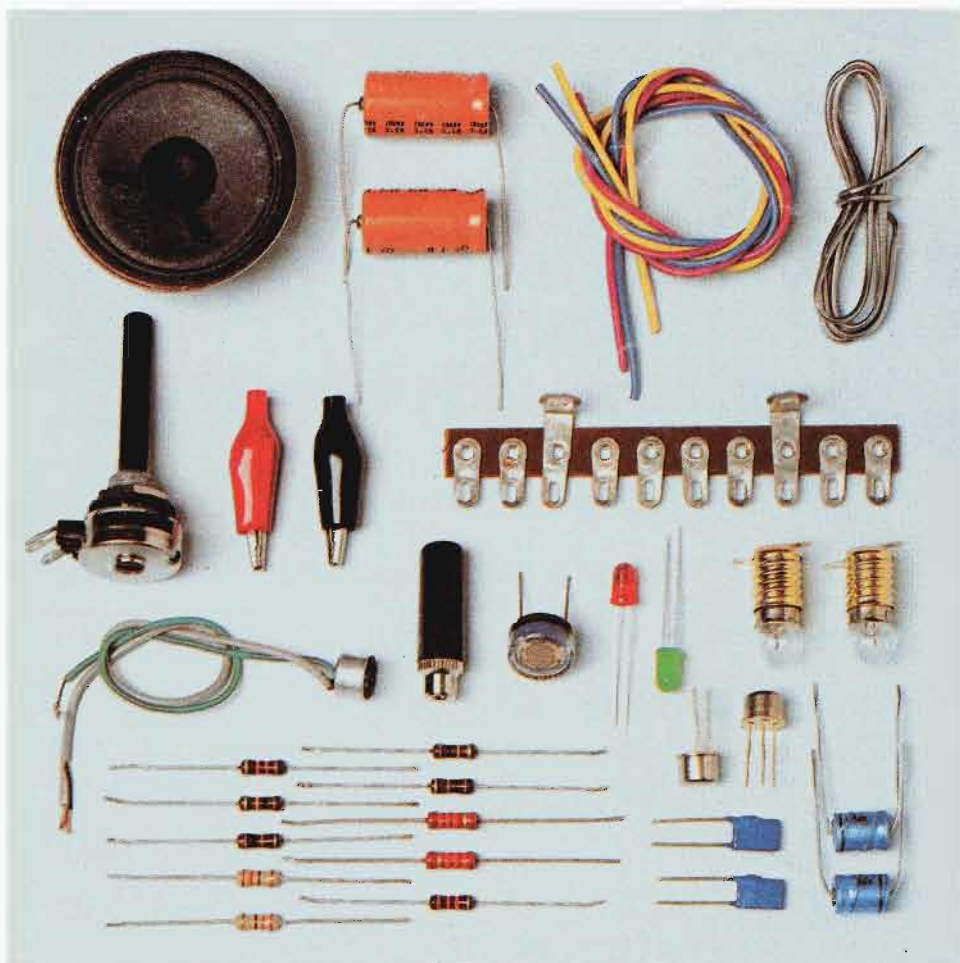
ELETTRONICA PRATICA

RIVISTA MENSILE PER GLI APPASSIONATI DI ELETTRONICA - RADIO - CB - 27 MHz

PERIODICO MENSILE - SPED. IN ABB. POST. GR. 3°/70
ANNO XV - N. 7/8 - LUGLIO/AGOSTO 1986

L. 3.500

DIDATTICA ED APPLICAZIONI

NUMERO SPECIALE ESTATE '86

MANUALE - GUIDA

PER ELETTRODILETTANTI

STRUMENTI DI MISURA

TESTER ANALOGICO
MOD. TS 270 - L. 28.500

CARATTERISTICHE GENERALI
5 Campi di misura - 16 portate

Sensibilità	:	2.000 Ω/V D.C. - A.C.
Dimensioni	:	mm 30 x 60 x 90
Peso	:	Kg 0,13
Pila	:	1 elemento da 1,5 V

PORTATE

VOLT D.C	=	10 V - 50 V - 250 V - 500 V
VOLT A.C.	=	10 V - 50 V - 250 V - 500 V
AMP. D.C.	=	0,5 mA - 50 mA - 250 mA
OHM	=	0 ÷ 1 KΩ
dB	=	–20 dB + 56 dB

ACCESSORI
Libretto istruzione con schema elettrico - Puntali.

TESTER ANALOGICO
MOD. TS 260 - L. 54.000

CARATTERISTICHE GENERALI
7 Campi di misura - 31 portate

Sensibilità	:	20.000 Ω/V D.C. - 4.000 Ω/V A.C.
Dimensioni	:	mm 103 x 103 x 38
Peso	:	Kg 0,250
Scala	:	mm 95
Pile	:	2 elementi da 1,5 V

2 Fusibili
Spinotti speciali contro le errate inserzioni

PORTATE

VOLT D.C	=	100 m V - 0,5 V - 2 V - 5 V - 20 V - 50 V - 100 V - 200 V - 1000 V
VOLT A.C.	=	2,5 V - 10 V - 25 V - 100 V - 250 V - 500 V - 1000 V
OHM	=	Ω x 1 - Ω x 10 - Ω x 100 - Ω x 1000
AMP. D.C.	=	50 μA - 500 μA - 5 mA - 50 mA - 0,5 A - 5 A
AMP. A.C.	=	250 μA - 1,5 mA - 15 mA - 150 mA - 1,5 A - 10 A
CAPACITÀ	=	0 ÷ 50 μF - 0 ÷ 500 μF (con batteria interna)
dB	=	22 dB - 30 dB - 42 dB - 50 dB - 56 dB- 62 dB

ACCESSORI
Libretto istruzione con schema elettrico e parti accessorie - Puntali

Gli strumenti pubblicizzati in questa pagina possono essere richiesti inviando anticipatamente l'importo, nel quale sono già comprese le spese di spedizione, tramite vaglia postale, assegno bancario o conto corrente postale n. 46013207 a: STOCK RADIO - 20124 MILANO - Via P. Castaldi, 20.

Se questa è la rivista da voi preferita

ABBONATEVI

Per non rimanerne sprovvisti

Per riceverla

puntualmente a casa vostra

Per risparmiare

sul prezzo di copertina

Per rafforzarne

le qualità editoriali

Per testimoniarci

fiducia e attaccamento

A tutti gli abbonati vecchi e nuovi viene inviato il **prezioso dono** illustrato e descritto nella pagina seguente.

Canoni d'abbonamento

PER L'ITALIA L. 31.000

PER L'ESTERO L. 41.000

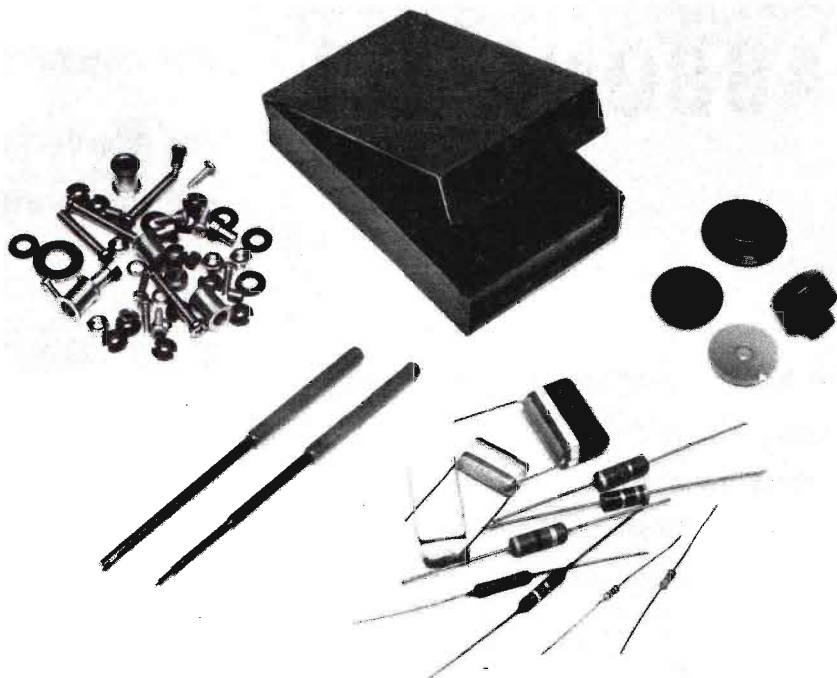
MODALITÀ D'ABBONAMENTO

Per effettuare un nuovo abbonamento, o per rinnovare quello scaduto, occorre inviare il canone tramite vaglia postale, assegno bancario o circolare, oppure a mezzo conto corrente postale N. 916205 intestati e indirizzati a: ELETTRONICA PRATICA - 20125 MILANO - Via Zuretti, 52. I versamenti possono effettuarsi anche presso la nostra sede.

I FASCICOLI ARRETRATI

Debbono essere richiesti esclusivamente a: ELETTRONICA PRATICA - Via Zuretti, 52 - 20125 MILANO, inviando anticipatamente l'importo di L. 3.500, per ogni fascicolo, tramite vaglia postale, assegno bancario, circolare o conto corrente postale n. 916205.

Ecco il prezioso dono con cui Elettronica Pratica premia tutti i suoi abbonati.

IL PACCO DONO

contiene:

1° - Confezione di 4 manopole assortite per potenziometri.

2° - Confezione di 2 chiavi di taratura per bobine - trimmer - ecc.

3° - Confezione di 50 pezzi assortiti di distanziatori per circuiti stampati - viti - dadi - rondelle isolanti - ecc.

4° - Confezione di condensatori e resistenze assortiti nei valori di normale uso nei nostri progetti.

5° - Scatola per montaggi elettronici di nuovissima concezione.

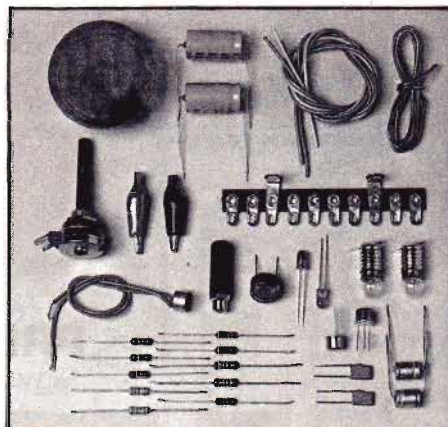
Il materiale inserito nel pacco-dono non è di facile reperibilità per l'hobbysta e diverrà certamente utile, se non proprio indispensabile, al principante e all'esperto, nel corso di molte pratiche applicazioni.

Per ricevere subito il pacco-dono, sottoscrivete un nuovo abbonamento o rinnovate quello scaduto inviando l'importo di L. 31.000 (per l'Italia) o di L. 41.000 (per l'estero) a mezzo vaglia postale, assegno bancario, circolare o conto corrente postale N. 916205, a ELETTRONICA PRATICA - 20125 MILANO - Via Zuretti, 52.

ELETTRONICA PRATICA

Via Zuretti, 52 Milano - Tel. 6891945

ANNO 15 - N. 7-8 - LUGLIO-AGOSTO 1986

LA COPERTINA - Raccoglie quasi tutti gli elementi necessari per comporre i diversi montaggi elettronici presentati e descritti nel presente fascicolo. Per ognuno di esso vengono brevemente esposti i principali concetti, teorici e pratici, sui quali è costruito l'edificio di questa affascinante disciplina.

editrice
ELETTRONICA PRATICA

direttore responsabile
ZEFFERINO DE SANCTIS

disegno tecnico
CORRADO EUGENIO

stampa
TIMEC
ALBAIRATE - MILANO

Distributore esclusivo per l'Italia:
A. & G. Marco - Via Fortezza n. 27 - 20126 Milano tel. 2526
autorizzazione Tribunale Civile di Milano - N. 74 del 29-12-1972 - pubblicità inferiore al 25%.

UNA COPIA L. 3.500

ARRETRATO L. 3.500

ABBONAMENTO ANNUO PER L'ITALIA L. 31.000 - ABBONAMENTO ANNUO PER L'ESTERO L. 41.000.

DIREZIONE - AMMINISTRAZIONE - PUBBLICITÀ - VIA ZURETTI 52 - 20125 MILANO.

Sommario

PRIMA PARTE

ELETTRICITÀ

ARGOMENTI

- Torcia elettrica
- Circuito aperto e chiuso
- Pila a secco
- Corrente elettrica
- Resistenza elettrica
- Misura della resistenza
- Codice a colori
- Tensione elettrica
- Misura della corrente
- Misura della tensione
- Effetti della corrente
- Legge di Ohm
- Potenza elettrica
- Misura della potenza
- Applicazioni

La prima parte del presente fascicolo riveste un carattere essenzialmente teorico e concentra, in poche pagine, gli elementi fondamentali che stanno alla base dell'intero edificio dell'elettronica e senza i quali non si può capire il senso delle nostre successive esposizioni, né realizzare i progetti che via via vengono presentati.

L'elettricità c'è sempre stata, fin da quando è nato il mondo. Essa è patrimonio della natura, così come lo sono il ferro, il carbone e il petrolio. E all'uomo è stato affidato il solo compito di rivelarla e di servirsene.
Fu Talete di Mileto, vissuto nel quinto secolo avanti Cristo, il padre della filosofia greca, ad avere il primo sentore della presenza dell'elettricità in natura.
Strofinando l'ambra, in greco "electron", egli si accorse che questa attirava a sé i corpuscoli, manifestando così, per la prima volta, la presenza di tale prodigiosa ed invisibile forma di energia naturale.
Ma per sentir parlare di elettricità in termini scientifici, si deve giungere alla metà del secolo scorso, alle grandi scoperte di Luigi Galvani ed Alessandro Volta.
Il grande fisico comasco scoprì che il contatto di due corpi eterogenei stabiliva tra questi una differenza di potenziale elettrico. Ed è stata quella la prima, vera rivelazione scientifica dell'elettricità.
Poi venne la pila, che produsse profonde mutazioni nella civiltà e che aprì la via all'invenzione delle macchine elettromotrici, alla telegrafia, all'illuminazione elettrica, alle comunicazioni radio. E la pila, pur essendo costruita in modo diverso da quella ideata dal Volta, rappresenta ancor oggi il più comune tipo di generatore elettrico, cioè di apparato in grado di generare cariche elettriche e di sospingerle attraverso un conduttore, creando la corrente elettrica.

Fig. 1 - La lampada tascabile è principalmente composta da un contenitore, da alcune parti meccaniche, da una lampadina e da una pila. L'interruttore, in questo caso, è di tipo a slitta.

TORCIA ELETTRICA

Per avere un'idea sufficientemente chiara dei principali concetti dell'elettricità, senza scomodare la teoria atomica, basta prendere in considerazione una comune torcia elettrica, detta anche lampada tascabile, che è principalmente composta da un contenitore, da alcune parti meccaniche, da una lampadina e da una o più pile, come indicato in figura 1.
Tralasciamo il contenitore, che non è un dispositivo elettrico, ed esaminiamo la sola parte che ci può aiutare a comprendere alcuni elementi teorici.
In figura 2 sono riportati due disegni: quello a sinistra è lo SCHEMA TEORICO della torcia elettrica, quello a destra è lo SCHEMA PRATICO. Il primo è un disegno geometrico composto con linee e simboli, che identificano i conduttori ed i componenti elettrici, il secondo riflette il montaggio reale e vuol suggerire al costruttore la miglior distribuzione dei vari elementi nella pratica realizzativa.

Nello schema teorico tutti i componenti vengono disegnati con un particolare simbolo, conosciuto da tutti, in modo che il linguaggio elettrico risulti universale, così come lo è la musica. E in modo che uno schema o un progetto, concepito in una qualsiasi parte del mondo, possa essere perfettamente interpretato dovunque e dovunque realizzato. Ma la conoscenza dell'immagine simbolica ed il suo immediato riferimento a quella reale non sono sufficienti per una esatta valutazione di un determinato progetto, perché di ogni componente occorre almeno conoscere la funzione, la struttura fisica, l'unità di misura. Di ciò tuttavia parleremo più avanti. Quel che importa, per ora, è che il lettore assimili i due concetti di schema teorico e pratico. Quest'ultimo, con espressione impropria, viene a volte chiamato piano di cablaggio, dal francese "cable" = cavo.

CIRCUITO APERTO E CHIUSO

Nella composizione dello schema pratico di figura 2 (disegno a destra), si è fatto uso di un interrut-

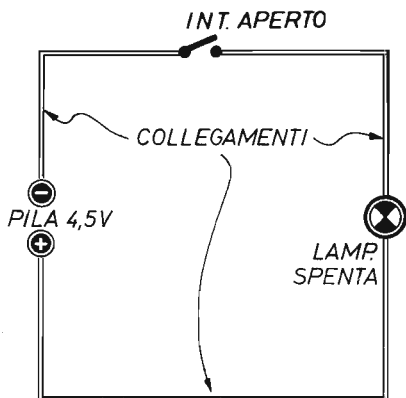
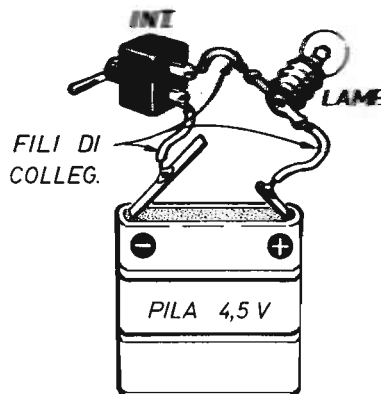



Fig. 2 - Il disegno a sinistra assume la denominazione di "schema teorico", quello a destra è denominato "schema pratico". Il primo è un disegno geometrico, nel quale le linee e i simboli identificano i conduttori ed i componenti elettrici. Il secondo riflette il montaggio reale e suggerisce all'operatore l'ordine di distribuzione dei vari componenti in sede di costruzione del circuito.

tore di tipo a leva, ma questo elemento poteva essere sostituito con qualsiasi altro tipo di interruttore, senza alterare lo stato elettrico del circuito. La pila, invece, deve essere quella disegnata in figura 4, ossia la comune pila piatta da 4,5 V che, per uno studio proficuo della materia esposta in questo speciale fascicolo, sarà bene acquistare in due esemplari identici. Anche la lampadina, che deve essere da 4,5 V, munita di portalampada, dovrà essere acquistata in due modelli uguali.
L'interruttore, quello inserito nel contenitore della torcia elettrica, è diverso dall'interruttore disegnato in figura 2. Esso infatti, come indicato in figura 1, è di tipo a slitta, internamente composto da lamelle elastiche sovrapposte. Ma la funzione degli interruttori, di qualunque tipo essi siano, è sempre la stessa: quella di "chiudere" od "aprire" i circuiti. Per esempio, quello disegnato in figura 2 è un interruttore nella posizione "aperto"; quello disegnato in figura 3 è un interruttore "chiuso". Conseguentemente, i due circuiti assumono le denominazioni di CIRCUITO APERTO e CIRCUITO CHIUSO. Le quali sono molto importanti nel linguaggio elettrico, perché definiscono due precise e diverse condizioni dei circuiti.
Nel circuito aperto, infatti, non fluisce corrente, nel circuito chiuso la corrente scorre. Nel primo caso le parti elettriche riposano, nel secondo caso lavorano. Nel circuito di figura 3, ad esempio, la lampadina si accende.
Si suole pure dire che il circuito aperto non è alimentato, mentre il circuito chiuso è alimentato. Avviene dunque esattamente il contrario di quanto accade con i rubinetti dell'acqua. Questi ultimi, quando sono chiusi, non lasciano passare l'acqua, quando sono aperti consentono il libero flusso dell'acqua.

PILA A SECCO

La pila costituisce una fonte di energia insostituibile in moltissimi settori dell'elettronica, soprattutto nelle apparecchiature portatili di vario genere che sempre più si vanno diffondendo.
Abbiamo già detto che la pila rappresenta il più comune tipo di generatore di elettricità e che il primo esemplare fu realizzato dal Volta. Ma la pila di Volta appartiene ormai alla storia dell'elettricità, alla quale é stata relegata per sempre, senza mai rivestire un carattere pratico. Oggi, infatti, i modelli più comuni e rappresentativi sono costituiti dalle pile a secco, di cui in figura 4 è riprodotto il tipo più classico di pila piatta a 4,5 V, che tutti

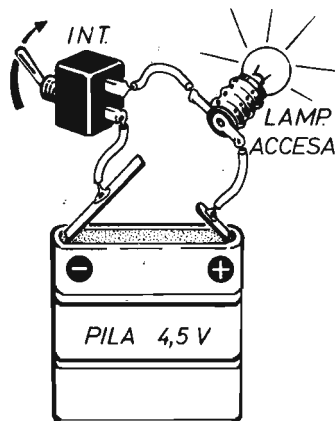
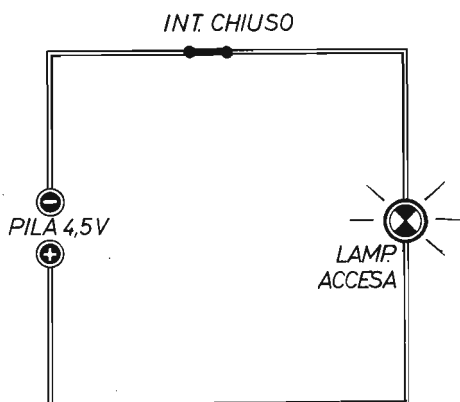



Fig. 3 - Il circuito teorico, riprodotto sulla sinistra, viene elettricamente alimentato dalla pila, perché l'interruttore è "chiuso". Tale condizione rimane visualizzata dall'accensione della lampadina. Contrariamente al tipo di interruttore disegnato in figura 1, quello riportato nello schema pratico di destra, è di tipo a levetta.

conoscono.
La pila di figura 4 è dotata di due lamelle di ottone, una più lunga ed una più corta. La prima è contrassegnata, esternamente, con il segno −, la seconda con il segno +. Si dice pure che la lamella più lunga rappresenta il polo negativo della pila, quella più corta identifica il polo positivo. E questo perche sul polo negativo sono condensate le cariche elettriche negative che prendono il nome di elettroni.
Per coloro che volessero saperne di più, diciamo che le pile piatte da 4,5 V, sono composte, internamente, da tre elementi di pila di forma cilindrica, ognuno dei quali possiede un bastoncino centrale di carbone compresso, che rappresenta il polo positivo, da un contenitore di zinco, in funzione di polo negativo e da un elettrolita che reagisce chimicamente con lo zinco. La produzione di cariche elettriche negative è di natura chimica.

CORRENTE ELETTRICA

Quando i due poli della pila, chiamati anche morsetti, non sono collegati tra loro in alcun modo, non si verifica il fenomeno della corrente elettrica. Al contrario, quando la pila è collegata con un circuito chiuso, come quello riportato in figura 3, la corrente elettrica fluisce attraverso tutto il circuito e i suoi effetti sono visualizzati dalla lampa-

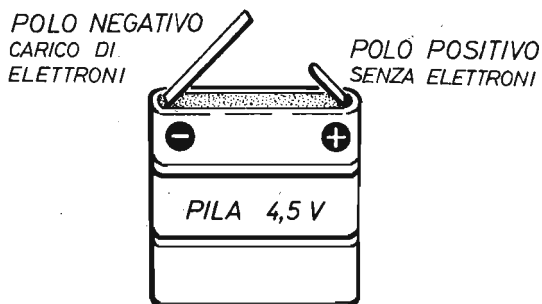



Fig. 4 - La pila piatta da 4,5 V è dotata di polo negativo e polo positivo. Nel primo si condensano le cariche elettriche negative elementari, ossia gli elettroni. I due poli sono rappresentati da due lamelle di ottone, di cui quella del polo negativo è la più lunga. I poli vengono anche chiamati morsetti.

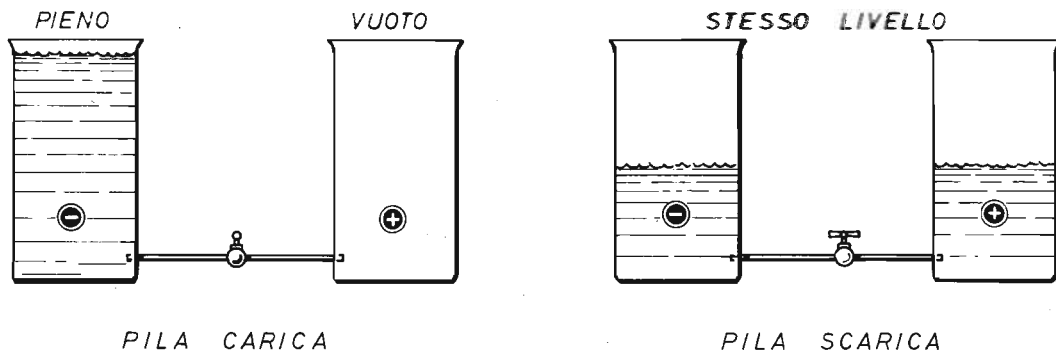



Fig. 5 - Con questi due disegni analogici si vuol interpretare il concetto di corrente elettrica. Quando il rubinetto, inserito nel tubo di collegamento, è chiuso, nessun passaggio di liquido avviene tra un vaso e l'altro; corrispondentemente, gli elettroni restano concentrati sul polo negativo della pila, che si rivela carica. Quando il rubinetto viene aperto (disegno a destra) l'acqua contenuta nel primo vaso si riversa nel secondo, fino a che i livelli si uguagliano; la pila, per analogia, in questo caso è scarica.

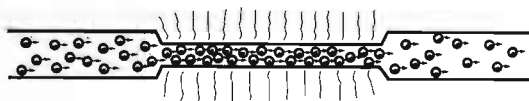



Fig. 6 - Le piccolissime particelle di elettricità negativa, cioè gli elettroni, scorrono agevolmente attraverso i normali conduttori elettrici, ma faticano un po' quando debbono attraversare il sottile filamento di una lampadina. Tutto avviene come se le particelle di elettricità fossero costrette ad attraversare una strozzatura del condotto.

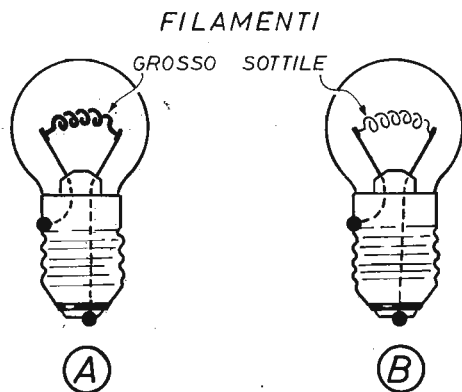
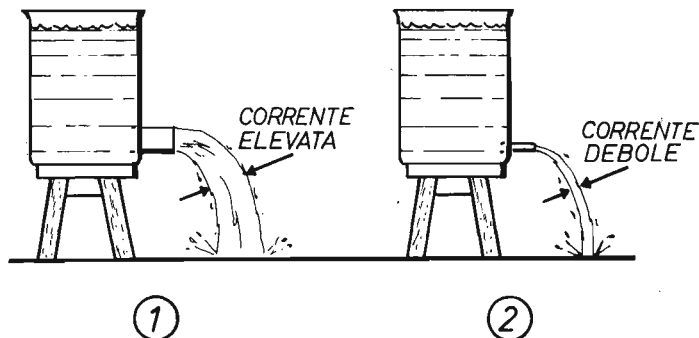



Fig. 7 - La lampadina riprodotta in A è dotata di filamento di diametro maggiore, quella riprodotta in B è equipaggiata con un filamento più sottile. La prima eroga una minore quantità di luce della seconda, perché gli elettroni, durante il loro percorso faticano di meno, non incontrano forze di attrito, elevano di meno la temperatura del filamento e lo rendono ovviamente meno luminoso.

dina che si accende e rimane accesa finché il circuito rimane chiuso. In pratica accade che le cariche elettriche elementari negative, cioè gli elettroni, si trasferiscono dal polo negativo a quello positivo. E questo flusso continua finché la pila è in grado di produrre elettroni sul polo negativo. Quando tale produzione di cariche cessa, si dice che la pila si è scaricata e deve essere sostituita con altra nuova.

Per meglio comprendere il passaggio di cariche negative dal polo negativo a quello positivo della pila, conviene ricorrere ad un analogismo. In figura 5, sulla sinistra, sono disegnati due vasi, il primo dei quali è colmo d'acqua, il secondo è vuoto. Il rubinetto, inserito nella conduttura, è chiuso. Dunque, l'acqua contenuta nel primo vaso non può riversarsi nel secondo e se paragoniamo il sistema di figura 5 ad un circuito elettrico, ossia:

vaso pieno = polo negativo
vaso vuoto = polo positivo
rubinetto = interruttore

Fig. 8 - Il concetto di intensità di corrente, ossia di quantità di elettroni che fluiscono attraverso un conduttore può essere interpretato con i disegni qui riportati. In 1 il diametro della conduttura è maggiore e maggiore è la corrente dell'acqua. Viceversa, in 2 la corrente è più debole perché il diametro del tubo è più piccolo.

possiamo affermare che nessun passaggio di acqua tra un vaso e l'altro può verificarsi, così come, in un corrispondente circuito elettrico, nessun flusso di corrente può essere avvertito, perché il circuito elettrico è aperto. Infatti:

rubinetto chiuso = interruttore aperto

Il rubinetto inserito nella conduttura che unisce i due vasi nel disegno a destra di figura 5 è aperto, dunque con quell'analogismo si vuol simboleggiare un circuito elettrico chiuso, perché:

rubinetto aperto = interruttore chiuso

L'acqua contenuta nel vaso di sinistra, che simboleggia il polo negativo della pila, può ora scaricarsi sul vaso di destra, provocando la corrente elettrica, la quale fluisce finché i livelli nei due vasi diventano uguali, ossia, analogicamente, finché la pila non si scarica.
Le piccolissime particelle di elettricità negativa, cioè gli elettroni, possono scorrere agevolmente attraverso i normali conduttori elettrici, ma faticano un po' quando debbono attraversare il sottile filamento della lampadina, come dimostrato nel disegno di figura 6. Infatti tutto avviene come se le particelle di elettricità fossero costrette ad attraversare una strozzatura, nella quale, a causa delle forze di attrito, generano calore, elevando la temperatura del filamento della lampadina al punto da renderlo più o meno luminoso.
Questo stesso concetto viene pure interpretato nel disegno di figura 7, nel quale sono rappresentate due lampadine, una con un filamento più grosso e l'altra con uno più sottile. Il conduttore elettrico di maggior diametro si lascia attraversare più facilmente dal flusso di elettroni, quello di diametro più piccolo oppone un ostacolo più consistente al passaggio della corrente elettrica. Dunque, la lampadina riprodotta in A fa meno luce di quella riportata in B.

RESISTENZA ELETTRICA

Facendo riferimento alla figura 7, si suole pure dire che il filamento della lampadina riprodotta in A è caratterizzato da una resistenza elettrica di minor valore di quella del filamento della lampadina B. Ma vediamo di interpretare meglio questo importante concetto dell'elettronica.
Prendiamo in esame lo schema riportato in figura 8 e notiamo che, a seconda delle dimensioni del diametro del tubo di uscita dell'acqua, questa può scorrere più o meno abbondantemente. Analogicamente, riferendoci alla corrente elettrica, possiamo dire che l'esempio idraulico riportato in 1 di figura 8 identifica una corrente elettrica molto elevata, mentre quello in 2 della stessa figura si ri-

Fig. 9 - Simbolo elettrico della resistenza comunemente adottato nella composizione dei circuiti teorici.

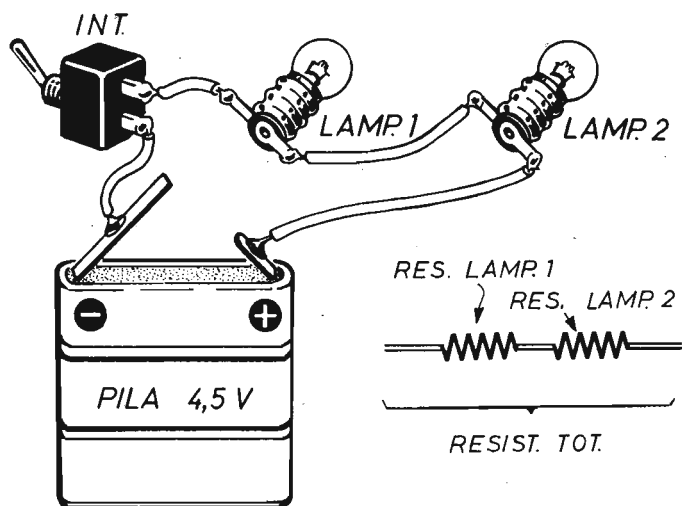



Fig. 10 - Il collegamento di due lampadine, una dopo l'altra, prende il nome di collegamento in serie. La resistenza totale, se le lampadine sono uguali, si raddoppia e la luminosità complessiva diminuisce.

ferisce ad una corrente elettrica molto debole. Ma per quanto precedentemente detto a proposito delle resistenze, si può anche affermare che i due esempi ricordano due condizioni di resistenza bassa ed elevata.

Elettricamente tutto ciò può essere sperimentato realizzando lo schema di figura 10, nel quale il collegamento di due lampadine uguali una dopo l'altra, denominato collegamento in serie, dimostra come la luminosità sia diminuita rispetto a quella raggiunta con una sola lampadina, perché il circuito equivale ora a quello con due resistenze corrispondenti ad una resistenza doppia. Il passaggio della corrente è quindi doppiamente ostacolato ed il risultato è reso evidente dalla poca luminosità ottenuta.

Quando gli elettroni sono costretti a mettersi in movimento lungo un filo conduttore, essi incontrano sempre una certa resistenza al loro moto, dovuta alla natura del materiale che compone il conduttore. Esistono infatti in natura metalli che sono più o meno buoni conduttori di elettricità. Ad esempio l'argento è un ottimo conduttore di elettricità, il rame è un buon conduttore di elettricità, lo zinco lo è meno. Oltre che i metalli, però, ci sono anche leghe metalliche, che sono più o meno buone conduttrici di elettricità. Anzi, proprio le leghe vengono utilizzate per opporre una maggiore resistenza al flusso elettronico. Le resistenze elettriche installate nelle stufette per riscaldamento, ad esempio, sono costituite da leghe metalliche capaci di offrire una certa resistenza al movimento degli elettroni. E questa resistenza si identifica in una forza d'attrito interna ai conduttori stessi, la quale poi si trasforma in calore. Le resistenze delle stufette per riscaldamento, infatti, si riscaldano al punto da arroventarsi.

In elettronica tutte le resistenze, il cui simbolo elettrico, adottato nella composizione degli schemi elettrici, è riportato in figura 9, assumono il compito di ridurre la corrente nei circuiti o di raggiungere determinate differenze di potenziale.

Le resistenze si suddividono in due gruppi principali: quelle fisse e quelle variabili. Le prime rappresentano un ostacolo costante al movimento degli elettroni, quelle variabili costituiscono un ostacolo che può essere variato manualmente e prendono il nome di potenziometri o trimmer potenziometrici.

Le resistenze elettriche vengono costruite in molti modi diversi; quelle più note sono le resistenze chimiche, che sono le più usate in elettronica.

Per citare un esempio molto comune di resistenza variabile, vogliamo ricordare una conosciuta da tutti: la resistenza variabile che regola il volume sonoro di un ricevitore radio e che fa capo ad un bottone di comando presente nella parte anteriore dell'apparecchio. Agendo su questo bottone, si regola manualmente il valore della resistenza variabile che ostacola, in un determinato punto del

circuito del radioricevitore, il flusso di elettroni e quindi permette di ascoltare la radio a volume alto o a volume basso.

MISURA DELLA RESISTENZA

Come il centimetro è l'unità di misura di lunghezza, così l'ohm è l'unità di misura della resistenza elettrica. In elettronica, tuttavia, assai spesso si fa uso di resistenze di valore relativamente più elevato, per esempio il kiloohm ed il megaohm.
L'indicazione ohm si abbrevia con la lettera greca Ω. Il kiloohm si abbrevia con $K\Omega$ ed il megahom con $M\Omega$.

1 KΩ = 1 kiloohm = 1.000 ohm
1 MΩ = 1 megaohm = 1.000.000 ohm

In alcuni tipi di resistenze il valore ohmmico è impresso direttamente sull'involucro esterno del componente. Ma il sistema più usato, adottato quasi universalmente dai costruttori di resistenze, è quello dell'indicazione del valore ohmmico mediante uno speciale codice a colori; sull'involucro esterno della resistenza vengono impressi alcuni anelli variamente colorati; dal colore di tali anelli e dall'ordine con cui questi sono disposti, si deduce l'esatto valore della resistenza.
Non riuscendo a stabilire il valore di una resistenza, perché i colori appaiono sbiaditi o gli anelli scomparsi, la misura della resistenza si effettua mediante uno strumento che prende il nome di ohmmetro.
I tecnici elettronici non fanno uso dell'ohmmetro vero e proprio, ma ricorrono all'impiego del tester, che è uno strumento di misura universale.
Il sistema più semplice per apprendere l'uso del codice a colori delle resistenze è quello di seguire un esempio pratico.
Per primo anello colorato di una resistenza si intende quello che risulta più vicino ad uno dei due bordi del componente, a destra o a sinistra. Nella parte opposta è presente il quarto anello, che è di color argento od oro. Si supponga ora di aver in mano una resistenza in cui il 1° anello sia di color giallo (il 1° anello è sempre quello che si trova all'estremità opposta rispetto all'anello di color argento, oro o rosso), il 2° anello sia di color viola, il 3° anello sia di color arancione, il 4° anello di color argento.
Dal codice si deduce che per il 1° anello, di color giallo c'è corrispondenza con il n. 4; al 2° anello, al color viola, corrisponde il n. 7, per il 3° anello, al color arancione, corrispondono tre zeri; metten-

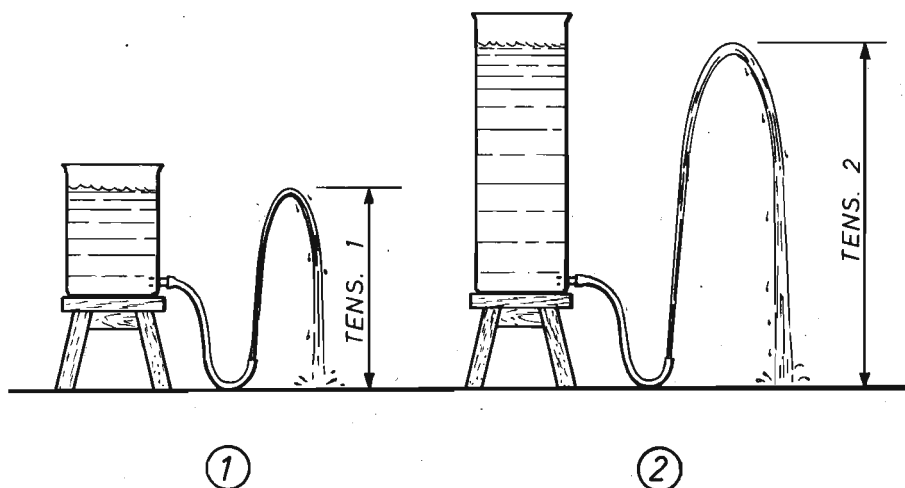



Fig. 11 - Il concetto di tensione elettrica può essere facilmente interpretato mediante un'analogia come quella qui raffigurata. Il vaso più piccolo (1) imprime una forza minore (tensione) al flusso d'acqua uscente. Il vaso più grande costringe il flusso d'acqua a raggiungere un'altezza maggiore: in questo caso anche la tensione in gioco è maggiore.

CODICE A COLORI DEI RESISTORI

Colore	Primo anello (prima cifra)	Secondo anello (seconda cifra)	Terzo anello (zeri da aggiungere)	Quarto anello (tolleranza)
Nero	0	0		–
Marrone	1	1	0	–
Rosso	2	2	00	–
Arancio	3	3	000	–
Giallo	4	4	0.000	–
Verde	5	5	00.000	–
Blu	6	6	000.000	–
Viola	7	7	0.000.000	–
Grigio	8	8	00.000.000	–
Bianco	9	9	000.000.000	–
Rosso	–	–	–	± 1%
Oro	–	–	–	± 5%
Argento	–	–	–	±10%
Assente	–	–	–	±20%

do in fila una dopo l'altro questi numeri si ottiene il valore di quella resistenza, che è di 47.000 ohm, mentre il 4° anello, di color argento, sta a significare che la tolleranza di quella resistenza è di ± 10%. La tolleranza sta ad indicare la percentuale di discordanza, in più o in meno, tra il valore effettivo della resistenza e il valore indicato.

Fig. 12 - Esempi di pile molto comuni; quella a sinistra è denominata pila a torcia, quella a destra pila piatta.

TENSIONE ELETTRICA

Negli esempi idraulici fin qui citati si è visto che il flusso d'acqua, attraverso le condutture, dipende dalla sezione delle condutture stesse. Ora invece aggiungiamo un ulteriore concetto, quello di tensione elettrica, di notevole importanza nello studio dell'elettronica. Ed ancora una volta ricorriamo all'esempio idraulico, quello riportato in figura 11.
Sulla destra di tale schema appare un serbatoio d'acqua di capacità doppia rispetto a quello disegnato sulla sinistra. Pertanto anche i due getti raggiungono altezze diverse, quelle di misura uguale ai livelli d'acqua contenuta nei due serbatoi. E si può anche dire che il primo getto (1) ha una spinta, ossia una forza, che è la metà di quella del secondo (2). La stessa cosa avviene per la corrente elettrica, che può avere una spinta maggiore o minore quando percorre i conduttori. Ebbene, questo tipo di forza prende il nome di tensione elettrica. Quando si va a comperare una pila, al rivenditore, oltre che la denominazione caratteristica, che qualifica il modello, bisogna citare il valore della tensione. Per esempio, si suole chiedere una pila da 1,5 V, oppure da 4,5 V, come quelle di figura 12, nelle quali la lettera V significa volt, che è l'unità di misura della tensione elettrica.
In realtà, come abbiamo già detto in precedenza, la pila da 4,5 V è il risultato del collegamento di tre pile da 1,5 V, come indicato in figura 13. Tutti possono infatti evidenziare questo tipo di collegamento aprendo una pila scarica.

Fig. 13 - La pila piatta da 4,5 V è internamente composta dal collegamento di tre pile cilindriche da 1,5 V ciascuna.

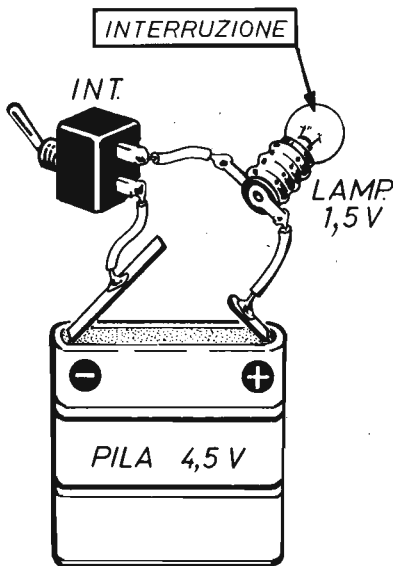



Fig. 14 - Quando nel circuito elettrico alimentato da una pila da 4,5 V si inserisce una lampadina da 1,5 V, questa di brucia, creando una interruzione del circuito.

I componenti elettrici di un circuito debbono sempre essere dimensionati in relazione al valore della tensione cui sono sottoposti, se non si vogliono provocare gravi errori, come accade ad esempio nello schema di figura 14, in cui una lampadina da 1,5 V è inserita in un circuito con tensione superiore, del valore di 4,5 V, più che sufficiente per bruciare il filamento. Al contrario, quando il valore della tensione della lampadina è superiore a quello della pila, come avviene nel circuito di figura 15, nessuna interruzione circuitale si verifica, ma l'illuminazione raggiunta è alquanto scarsa.

MISURA DELLA CORRENTE

L'intensità di corrente, cioè il numero di elettroni che attraversano la sezione di un conduttore elettrico in un minuto secondo, costituisce una grandezza fisica la cui unità di misura è l'ampère (abbrev. A).
I filamenti delle comuni lampadine ad incandescenza sono percorsi da correnti elettriche la cui intensità può variare da alcuni decimi di ampere, sino ad alcuni ampere. I motori elettrici dei mezzi pubblici di trasporto urbano possono assorbire correnti di valore compreso fra i 50 ampere e i 100 ampere. Le massime correnti adottate nella tecnica si riscontrano nei grandi forni ad arco dell'industria siderurgica, i quali sono attraversati da correnti la cui intensità può superare anche di molto i 10.000 ampere.
L'ampere è l'unità di misura della corrente assai poco usata in elettronica, dove si ha a che fare con correnti la cui intensità è molto spesso inferiore all'ampere. Conviene dunque far uso di valori che sono sottomultipli dell'ampere. Essi sono:

Milliampere = mA (millesimo di ampere)
Microampere = μA (milionesimo di ampere)

Lo strumento elettrico atto a rilevare le misure dell'intensità di corrente prende il nome di amperometro. Ma questo viene principalmente usato in elettrotecnica, dove si debbono misurare correnti forti, mentre in elettronica, per le correnti deboli, si fa uso del milliamperometro e del microamperometro. In pratica si utilizza il tester, cioè l'analizzatore universale, che rappresenta il ferro del mestiere più importante per chi si occupa di elettronica.
Il tester è lo strumento più comune in ogni laboratorio, il più usato di tutti, quello che permette di "vedere" con immediatezza e precisione tutte quelle grandezze elettriche che sfuggono ai nostri sensi, ma che bisogna assolutamente conoscere e valutare ogni volta che si realizza, ripara o control-

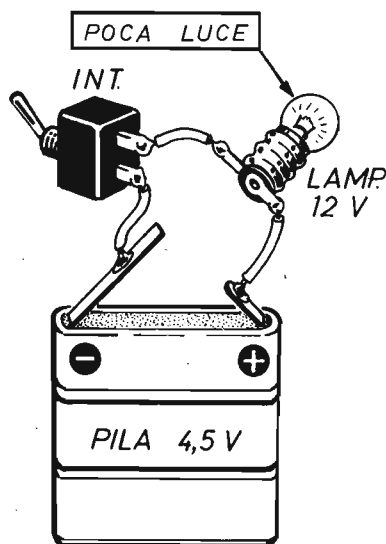



Fig. 15 - Inserendo fra i poli di una pila da 4,5 V una lampadina da 12 V, questa emette una luminosità assai scarsa.

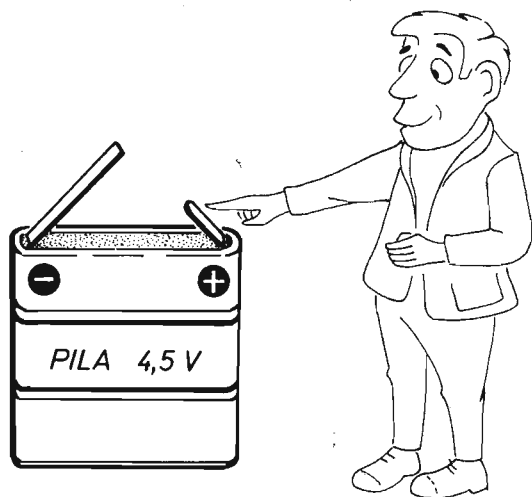



Fig. 16 - Toccando con una mano i morsetti di una pila, nessun effetto fisiologico può verificarsi, perché la pila non è un generatore elettrico in condizioni di provocare flussi di corrente di notevole intensità.

la un qualsiasi dispositivo elettronico.
La parola tester deriva dall'inglese "to test", che significa "provare". Infatti, con il tester, ancor prima di rilevare l'esatto valore di una grandezza elettrica, si prova se in un determinato punto di un circuito vi è tensione, se vi è passaggio di corrente, se vi è continuità circuitale o se invece il circuito è interrotto.

MISURA DELLA TENSIONE

Come abbiamo detto, l'unità di misura della tensione è il volt, abbrev. V. Ciò in onore del grande fisico italiano Alessandro Volta.
Come per ogni unità di misura esistono valori multipli e sottomultipli, anche per il volt si conoscono le seguenti grandezze:

Chilovolt = KV (mille volt)
Millivolt = mV (millesimo di volt)
Microvolt = μV (milionesimo di volt)

La tensione elettrica si misura per mezzo di uno strumento che prende il nome di voltmetro e che viene principalmente usato dagli elettrotecnici e dagli elettricisti, mentre in elettronica si fa uso del tester, che abbiamo già menzionato.

EFFETTI FISIOLOGICI DELLA CORRENTE

È stato detto che la tensione elettrica è quella forza che mette in movimento gli elettroni, cioè genera corrente elettrica. In tutti i fenomeni elettrici, quindi, la tensione rappresenta la causa, mentre la corrente ne costituisce l'effetto.
Quando con due dita si toccano i conduttori di rete, si offre l'opportunità alla tensione elettrica di mettere in movimento gli elettroni, ossia di provocare la corrente elettrica che, attraversando le dita della mano, determina quella sgradevole sensazione che va sotto il nome di "scossa".
Chi si occupa di elettricità, si trova spesso a contatto con taluni circuiti che possono essere fonti di incidenti anche gravi. È necessario, quindi, essere ben preparati, teoricamente e praticamente, per poter agire con la massima disinvoltura e tener sempre presente quando è possibile distrarsi durante il lavoro e quando, invece, occorre mantenere la massima attenzione per non incorrere in spiacevoli inconvenienti.
Contrariamente a quanto si crede, non sono le tensioni elevate la causa prima di effetti mortali, bensì le correnti che attraversano il corpo umano.
Il nostro organismo accusa già una sensazione chiaramente percettibile (scossa elettrica) quando è attraversato da una corrente anche inferiore

ad un millesimo di ampere. Ma tra i profani, purtroppo, regna generalmente molta confusione, perché si ritiene che gli effetti fisiologici della corrente dipendano soltanto dalla tensione in gioco. In realtà gli effetti in questione rappresentano una conseguenza esclusiva dell'intensità di corrente che attraversa il corpo umano. Pertanto, l'effetto è nullo, qualunque sia il valore della tensione in gioco, se il contatto avviene in modo che sia nulla la corrente. Facciamo un esempio. Sulla bobina ad alta tensione dell'impianto elettrico di un'autovettura è presente una tensione dell'ordine di alcune migliaia di volt, cioè una tensione elevata. Ma tale tensione, anche se applicata al corpo umano non costituisce alcun pericolo letale e ciò perché la corrente elettrica, che si può assorbire dalla bobina ad alta tensione dell'automobile, è di debole intensità. Prova ne sia che finora mai nessun elettrauto è morto per aver messo le mani sui conduttori ad alta tensione degli automezzi. Viceversa, applicando al corpo umano la tensione elettrica di rete, che ha il valore di 220 V, si possono verificare effetti mortali. Ciò perché, riuscendo a stabilire un ottimo collegamento fra rete e terra, l'intensità di corrente può raggiungere valori di una decima di milliampere, sufficienti a paralizzare i muscoli e, in particolare, il muscolo cardiaco. Dunque, occorre ricordare bene che, se di pericolo si deve parlare, quando si lavora con l'elettricità, questo proviene soltanto dall'intensità di corrente e non già dalla tensione elettrica. Infatti, se le tensioni possono costituire un pericolo per l'incolumità fisica, ciò deriva dal fatto che le tensioni, soprattutto quelle elevate, sono in grado di mettere in movimento una grande quantità di elettroni, cioè di avviare correnti molto intense. Finora si è parlato degli effetti fisiologici della corrente sotto un aspetto principalmente teorico, ma per chi si occupa di elettricità sono necessarie alcune citazioni di ordine pratico, da tenere bene a memoria e da mettere in atto quando si lavora. Non si prende la scossa toccando i morsetti delle pile (figura 16). Si prende invece la scossa toccando un solo conduttore della rete di distribuzione dell'energia elettrica (figura 17), se si appoggiano i piedi per terra, mentre si può toccare, senza alcun pericolo un solo conduttore di una linea a tensione anche molto elevata, se si appoggiano i piedi su un sostegno sufficientemente isolato, allo stesso modo come gli uccelli si posano, senza subire alcun danno, sui fili della linea di trasmissione dell'energia elettrica. È necessario comunque

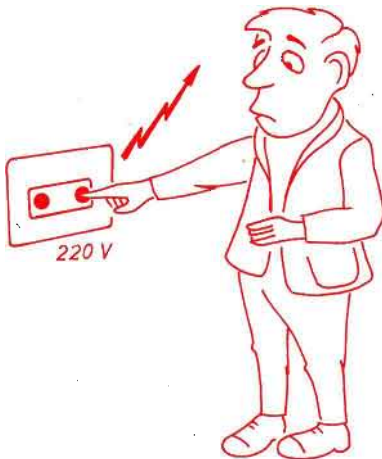



Fig. 17 - Quando si tocca un conduttore metallico della presa-luce, le conseguenze fisiologiche non possono essere letali se si rimane ben isolati dal suolo. Tutt'al più si può avvertire una leggera scossa.

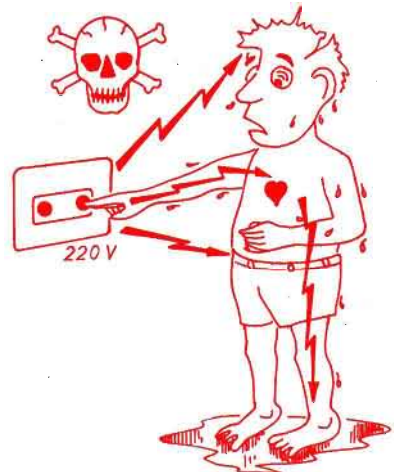



Fig. 18 - Se il contatto con il terreno è ottimale, perché favorito da umidità o da presenza di acqua, l'intensità di corrente che attraversa l'organismo umano, quando si tocca la presa-luce, diviene inevitabilmente mortale.

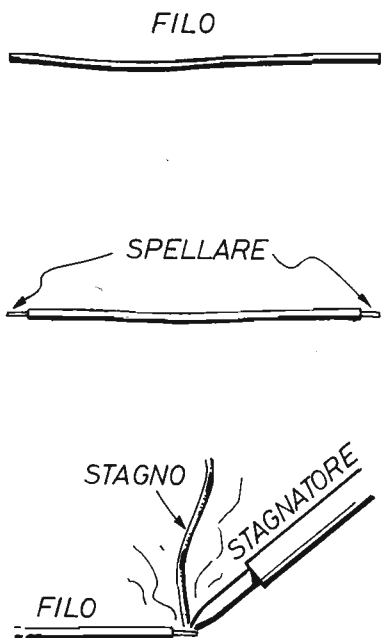



Fig. 19 - In questo disegno vengono proposte le tre fasi di intervento pratico in un conduttore che deve essere sottoposto a saldatura a stagno. Dapprima si debbono spellare le estremità del conduttore, per una lughezza di 2 o 3 mm, liberandole dalla guaina isolante. Successivamente si fa sciogliere una piccola quantità di stagno, evitando che questo possa sciogliersi sulla punta del saldatore. Una tale operazione prende il nome di prestagnatura.

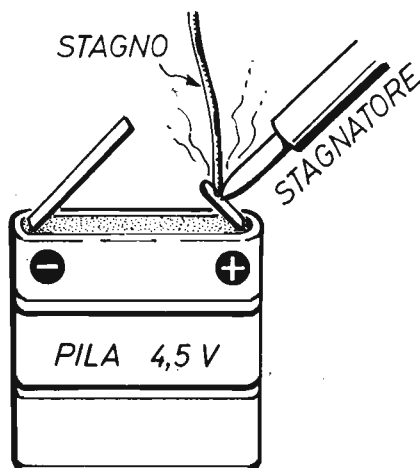



Fig. 20 - Prima di saldare il terminale di uno spezzone di filo conduttore prestagnato, occorre prestagnare anche la lamella di ottone rappresentativa del polo della pila.

tener sempre ben presente che la tensione, nelle reti di distribuzione dell'energia elettrica, sussiste fra un conduttore e l'altro e fra questi e il suolo. Per tale motivo si può rimanere folgorati sia quando si toccano contemporaneamente due fili conduttori della linea, sia quando se ne tocca uno soltanto, ma con i piedi si forma un ottimo contatto con il suolo, come indicato in figura 18. Il contatto diviene senz'altro mortale se la corrente che in questa occasione attraversa il corpo umano raggiunge l'intensità di appena una decina di milliampere. Quindi, lo ripetiamo, non è la tensione elettrica che uccide ma soltanto e sempre la corrente.

LEGGE DI OHM

La legge di Ohm è certamente la più importante fra tutte le leggi dell'elettricità e nessuno di coloro che si occupano di questa disciplina può ignorarla.

Della legge di Ohm si possono dare diverse interpretazioni, ma in questa sede ci limiteremo a presentarla nella sua forma più semplice, che è pure la più nota. Eccola:

$$V = R \times I$$

In essa la lettera V indica la tensione, la lettera R la resistenza e la lettera I l'intensità di corrente. La formula ora citata deve essere ritenuta perfettamente a memoria. Per ricordarla ci si può aiutare tenendo presente la seguente espressione: Viva Repubblica Italiana; le iniziali di queste tre parole, nell'ordine stesso in cui si succedono, consentono di ricordare assai facilmente la legge di Ohm.

La matematica insegna che la formula di Ohm può anche essere espressa attraverso le seguenti altre due formule, che conseguono direttamente dalla prima:

$$I = V : R$$
$$R = V : I$$

Dunque le espressioni matematiche che regolano la legge di Ohm sono tre. Con esse, note che siano due grandezze, si può determinare la terza. Per esempio, conoscendo il valore della corrente che attraversa un circuito e quello della sua resistenza, è possibile dedurre quello della tensione V (prima formula). Con la seconda formula, invece, noti che siano il valore della resistenza di un circuito e quello della tensione, si può immediatamente conoscere quello della corrente I che percorre il circuito in esame. Analogamente, con la stessa facilità, si individua il valore della resistenza R di un circuito, o di un componente, quando si

conoscono quelli della tensione e della corrente (terza formula).
Facciamo qualche esempio. Consideriamo una resistenza R, sui cui terminali è applicata la tensione di 10 V; cerchiamo di conoscere l'intensità di corrente che percorre quella resistenza, il cui valore è di 5 ohm. Per risolvere un tale problema occorre applicare la seconda formula di Ohm I = V : R per la quale si ottiene 10 V : 5 Ohm = 2 A. Supponiamo ancora di dover valutare la grandezza della resistenza R sui cui terminali è applicata la tensione di 10 V che consente un flusso di corrente di 2 A. Ebbene, in tal caso occorre applicare la terza formula di Ohm R = V : I, dalla quale si deduce 10 V : 2 A = 5 ohm.

POTENZA ELETTRICA

Molto spesso si pronuncia la parola energia senza conoscerne l'esatto significato o facendo uso improprio dell'espressione. Comunemente si sente dire: quell'uomo è persona piena di energia, oppure quell'uomo è molto energico, con l'intenzione di dire che la persona in oggetto è attiva, zelante, che rifiuta la sosta e il riposo. Ma il significato preciso della parola è un altro. Energia significa attitudine a compiere lavoro. Quindi un uomo energico è colui che è in grado di svolgere lavoro e l'energia, in generale, è l'attitudine, posseduta da una macchina, da un motore, da un complesso meccanico, a lavorare. La pila, ad esempio, è un dispositivo in grado di offrire energia elettrica come conseguenza diretta dell'energia chimica. Il ferro da stiro trasforma l'energia elettrica in energia termica. Le centrali idroelettriche producono una grande quantità di energia elettrica direttamente dalla trasformazione dell'energia meccanica generata dalla caduta delle grandi masse d'acqua che mettono in movimento le turbine. Pertanto, esaminata sotto questi aspetti, l'energia di un sistema va intesa come capacità di quel sistema di trasformarsi, ossia di cambiare di stato, compiendo un lavoro. È noto, infatti, che in base al principio di conservazione dell'energia, questa non può mai diminuire nè aumentare, ma solo trasformarsi o trasmettersi da un sistema ad un altro, assumendo forme o aspetti diversi. Il lavoro compiuto serve a valutare precisamente la quantità di energia trasformata o trasmessa. E quando si verifica in un modo qualunque una trasmissione di energia da un sistema ad un altro, oppure una trasformazione di energia da una forma ad un'altra, si indica sempre col nome di "potenza" la quantità di energia che si trasmette o si trasforma nell'unità di tempo.
In generale si può dire che il concetto di potenza esprime sostanzialmente la velocità con la quale si compie una qualsiasi trasformazione di energia nel tempo. Ne consegue che, mentre si può dire che un determinato sistema ha in sé disponibile o possiede una certa energia, non si può mai dire invece che esso dispone di una certa potenza, a meno che non se ne precisi la durata nel tempo, ma ciò equivale ancora a designare l'energia. In tal senso è chiaro, ad esempio, che un serbatoio d'acqua contiene e può liberare, svuotandosi, una quantità di energia ben determinata; la potenza che si rende disponibile, mentre lo svuotamento si compie, è grandissima se il serbatoio si vuota in un tempo molto breve, ma è invece piccolissima se dal serbatoio si fa spillare un filo d'acqua che lo svuoti in un tempo molto lungo. Analogamente accade che le scariche atmosferiche mettano in gioco delle potenze enormi, mentre l'energia liberata non è affatto molto rilevante, perché si tratta sempre di un fenomeno oltremodo violento, ma di brevissima durata.
La potenza elettrica rappresenta una grandezza fisica, così come lo è la tensione elettrica e l'intensità di corrente e come queste è soggetta a misura.

MISURA DELLA POTENZA

Quando un oggetto cade a terra da una certa altezza, a causa della forza di gravità, esso compie un lavoro che viene valutato mediante il prodotto della forza di gravità per lo spostamento subito, cioè per la distanza percorsa durante la caduta. Analogamente si definisce il lavoro elettrico come conseguenza di una manifestazione dell'energia elettrica.
L'energia elettrica che si mette in gioco, quando si verifica uno spostamento di cariche elettriche tra due punti qualsiasi, corrisponde al prodotto della tensione che mette in movimento le cariche, per la quantità di elettricità che partecipa allo spostamento. Dunque, la potenza elettrica rimane senz'altro determinata eseguendo il prodotto della tensione relativa al tratto di circuito che si considera per l'intensità di corrente che lo percorre, la quale esprime la quantità di elettricità che lo attraversa ad ogni secondo.
La potenza viene espressa in watt, eseguendo il prodotto della tensione costante di 1 V per la corrente pur costante di 1 A, si ha cioè:

1 watt = 1 volt x 1 ampere

In generale si può dunque affermare che se un qualsiasi tratto di circuito elettrico presenta agli estremi una tensione costante V ed è percorso da una corrente costante I, esso eroga, oppure assorbe, la potenza elettrica:

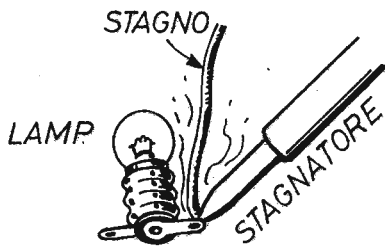



Fig. 21 - Operazione di saldatura di un terminale di uno spezzone di filo conduttore prestagnato su quello di un portalampade.

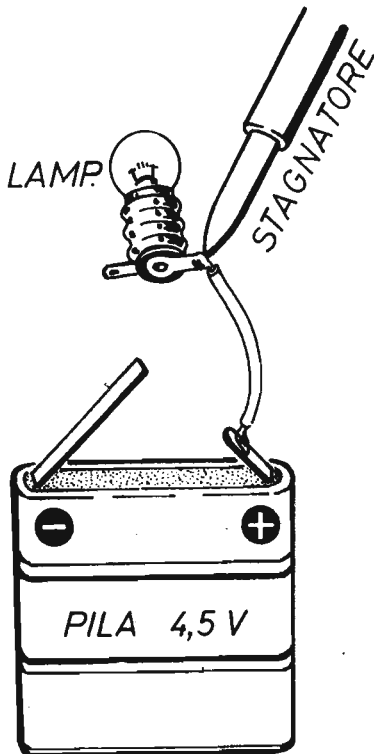



Fig. 22 - Composizione finale del circuito pratico sul quale si possono effettuare alcuni degli esperimenti suggeriti nel testo.

$$P = V \times I$$

In gergo si suole anche dire che la potenza elettrica è data dal prodotto dei volt per gli ampere, ma questa è un'espressione semplicistica.
Per misurare la potenza elettrica trasmessa lungo una linea occorrerebbe dunque applicare alla linea stessa due strumenti idonei a rilevare la tensione e l'intensità di corrente, cioè il voltmetro e l'amperometro. L'amperometro va collegato in serie ad un conduttore, il voltmetro in parallelo. Il prodotto delle indicazioni dei due strumenti, cioè delle misure così rilevate (volt e ampere) determina la potenza elettrica trasmessa lungo quel circuito. In pratica, però, per la misura delle potenze elettriche non si ricorre all'impiego di due strumenti, bensì di uno solo, che è voltmetro ed amperometro insieme, il quale rileva direttamente la misura della potenza elettrica espressa in watt o in grandezze che sono multiple o sottomultiple del watt. Un tale strumento prende il nome di wattmetro.
Ed ecco i multipli e sottomultipli del watt maggiormente in uso:

Chilowatt = KW (mille watt)
Milliwatt = mW (un millesimo di watt)
Microwatt = μW (un milionesimo di watt)

Le formule che consentono di valutare la potenza elettrica, noti che siano almeno due dei valori delle grandezze in gioco (tensione - corrente - resistenza) sono le seguenti:

$$W = V \times I$$
$$W = V^2 \times R$$
$$V = R \times I^2$$

Dalla prima formula si ricavano pure le altre due seguenti formule:

$$V = W : I$$
$$I = W : V$$

Le formule fin qui esposte consentono di risolvere molti semplici problemi elettrici, sia di natura teorica che pratica, come si può constatare qui di seguito.

APPLICAZIONI TEORICO-PRATICHE

Allo scopo di assimilare bene i concetti fin qui esposti e di ritenere a memoria le formule citate, è consigliabile l'esecuzione di qualche esercizio teorico-pratico, come suggerito qui di seguito. Tuttavia, prima ancora di prendere in mano la penna, per applicare le varie formule matematiche che regolano i rapporti fra tensioni, correnti, resistenze e potenze elettriche, occorre acquista-

re una pila piatta da 4,5 V, qualche lampadina, un portalampada, uno spezzone di filo conduttore isolato esternamente, un saldatore di media potenza ed un po' di filo-stagno.
Le operazioni manuali cominciano con la spellatura delle due estremità del filo, come indicato in figura 19. La guaina va eliminata nella lunghezza di 2 ÷ 3 mm da ambo le parti. Poi si procede con la prestagnatura dei terminali, come indicato in basso di figura 19. Si faccia bene attenzione, durante questa operazione, a sciogliere lo stagno direttamente sopra i terminali del conduttore e non sopra la punta del saldatore.
Le stesse operazioni di prestagnatura vanno poi eseguite sui morsetti della pila e sui terminali del portalampada, come illustrato nelle figure 20 e 21.
Una volta eseguita la prestagnatura, i vari elementi debbono essere saldati fra loro, come indicato in figura 22. Lo stagno non dovrebbe essere ora più necessario, perché quello depositato sulle varie parti durante la prestagnatura dovrebbe risultare sufficiente.
Ultimate le operazioni manuali, si possono ora iniziare quelle matematiche. Si prenda quindi in considerazione il circuito teorico di figura 23, nel quale una pila da 4,5 V alimenta una resistenza da 12 ohm, attraverso la quale fa scorrere corrente elettrica, la cui intensità si vuol conoscere. Si tratta quindi di applicare la seconda formula della legge di Ohm:

I = V : R
4,5 : 12 = 0,375 A

Il valore calcolato può anche essere espresso in milliampere, anziché in ampere, cioè 375 mA.
Si voglia ora calcolare la potenza dissipata dalla resistenza da 12 ohm. La formula da applicare, questa volta, è la seguente:

W = V x I
4,5 x 0,375 = 1,6875 W

Dopo queste due semplici applicazioni teoriche, prendiamo in esame lo schema elettrico di figura 24, nel quale una pila da 6 V alimenta una lampadina da 6 V - 0,3 A. Le domande che ci poniamo sono le seguenti: qual è la resistenza del filamento della lampadina e qual è la potenza della lampadina? Per rispondere alla prima domanda si ricorre alla terza formula di Ohm:

R = V : I
6 : 0,3 = 20 ohm

Per rispondere alla seconda domanda si ricorre alla prima formula della potenza elettrica:

W = V x I
6 x 0,3 = 1,8 W

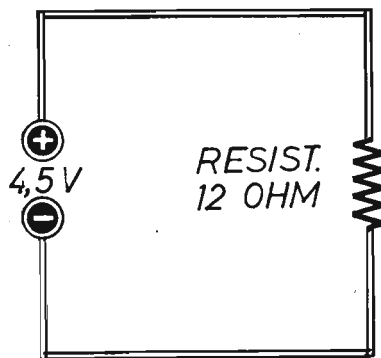



Fig. 23 - Su questo circuito teorico, composto da una pila da 4,5 V e da una resistenza da 12 ohm, il lettore potrà esercitarsi nell'applicare la legge di Ohm.

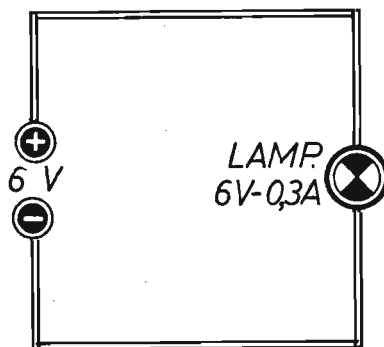
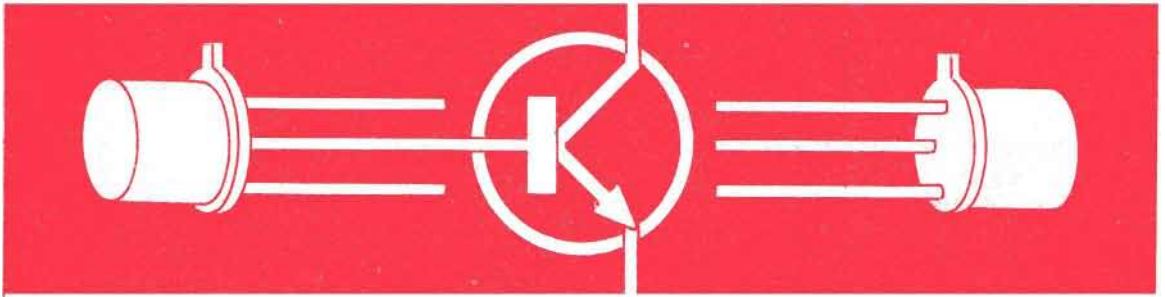



Fig. 24 - Conoscendo il valore della tensione e dell'intensità di corrente, è facile risalire, mediante una ben nota formula, alla conoscenza del valore della potenza elettrica assorbita dalla lampadina.

Quando si va ad acquistare una lampada per illuminazione domestica, normalmente si citano i valori della tensione di esercizio ed il wattaggio. Ma su alcuni tipi di lampadine, ad esempio, in quelle montate nelle torce elettriche, vengono spesso citati i valori di tensione e di corrente.

SECONDA PARTE

SEMICONDUTTORI

ARGOMENTI

Sostanze e corpi
Atomo
Conduttori e semiconduttori
Germanio e silicio
Diodo
Diodo led
Transistor
Amplificazione
Esempio di amplificatore
Regolatore di luminosità
Dissipazione termica
Montaggio del regolatore di luce
Operazioni pratiche
Temperatura e calore

In questa seconda parte del fascicolo vengono presi in esame i semiconduttori, ossia i diodi al germanio, al silicio, i diodi led e i transistor. Vengono esposti i principali concetti che regolano il comportamento di questi componenti, offrendo altresì al lettore l'occasione per realizzare un primo, semplice dispositivo elettronico

Assai spesso nella mente del principiante di elettronica regna un po' di confusione quando questi fa uso dei termini "sostanza" e "corpo". Cerchiamo quindi di porre chiarezza su tali concetti, che sono assolutamente necessari per capire la costituzione della materia.

Per "corpi" si intendono gli oggetti con le loro proprietà intrinseche: dimensioni, forma, peso, ecc.; per "sostanze" si intendono le materie che compongono i corpi. Per esempio, una bottiglia o un bicchiere sono corpi, mentre il vetro di cui sono formati è una sostanza.

Le sostanze si trovano in natura in tre stati di aggregazione diversi: solido, liquido e gassoso. Sono "solide" quelle sostanze in cui le forze di coesione hanno un valore tanto considerevole da non mutare forma se non intervengono determinate azioni meccaniche esterne e che tendono, per caratteristiche di elasticità, tenacità e durezza, a conservare la loro forma e il loro volume.

Sono "liquide" le sostanze nelle quali le forze di coesione sono di gran lunga minori e che, pur avendo volume proprio, assumono la forma del recipiente nel quale sono introdotte, qualunque esso sia.

Le sostanze "gassose" tendono invece ad assumere non solo la forma, ma anche il volume del recipiente nel quale sono contenute, per quanto grande questo possa essere.

I chiarimenti testè proposti possono essere direttamente associati ai concetti di diodo e transistor, che debbono essere considerati come corpi, mentre le sostanze che li compongono possono essere il germanio o il silicio.

Le sostanze sono costituite da particelle di grandezza infinitamente piccola, che prendono il nome di "molecole". Queste, a loro volta, sono composte da altre particelle ancora più piccole, denominate "atomi".

Le sostanze formate da atomi dello stesso tipo sono denominate elementi chimici. Tra questi, tutti hanno almeno sentito menzionare l'idrogeno, l'elio, l'oro, il piombo, l'uranio, il plutonio ecc.

L'ATOMO

Sotto certi aspetti, l'atomo somiglia al nostro sistema solare. Esso è composto da una parte centrale, fissa, chiamata "nucleo" e da una o più particelle, di dimensioni molto più piccole, che ruotano attorno al nucleo secondo orbite diverse. Il nucleo è carico di elettricità positiva, mentre gli elettroni rappresentano le cariche di elettricità negativa più piccole esistenti in natura. L'atomo allo stato naturale, costituisce un "individuo" elettricamente neutro, cioè sprovvisto di carica elettrica (figura 1).

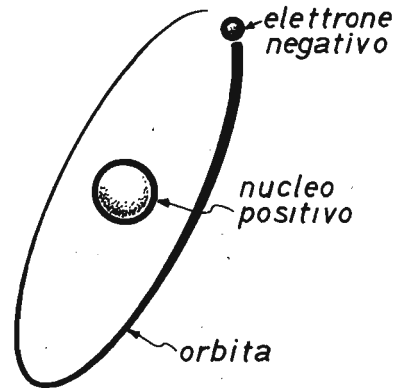



Fig. 1 - L'atomo di idrogeno è il più semplice fra tutti quelli che si conoscono, perché è formato da un nucleo e da un elettrone, ossia da una carica elettrica positiva ed una negativa.

L'entità della carica elettrica positiva, concentrata nel nucleo, è pari a quella posseduta dagli elettroni, quando l'atomo si trova allo stato naturale. Se per una qualsiasi causa esterna (meccanica, elettrica, ottica, chimica, ecc.) nell'edificio dell'atomo viene a mancare un elettrone, oppure se ne aggiunge uno in più, l'atomo diviene una carica elettrica. Più precisamente, quando nella struttura dell'atomo vengono a mancare uno o più elettroni, l'atomo diviene una carica positiva; quando nella struttura dell'atomo si raggiungono uno o più elettroni, l'atomo diviene una carica elettrica negativa.

Le denominazioni di "elettricità positiva" ed "elettricità negativa" sono puramente indicative e stanno soltanto a significare i due diversi stati elettrici dei corpi. Ad esempio, un corpo al quale siano stati sottratti elettroni diviene carico di elettricità positiva. Se a quello stesso corpo vengono aggiunti elettroni, esso diviene una carica elettrica negativa. L'entità della carica elettrica è determinata dal numero delle cariche elettriche elementari sottratte od aggiunte al corpo, cioè gli elettroni.

Tra le cariche elettriche si esercitano sempre del-

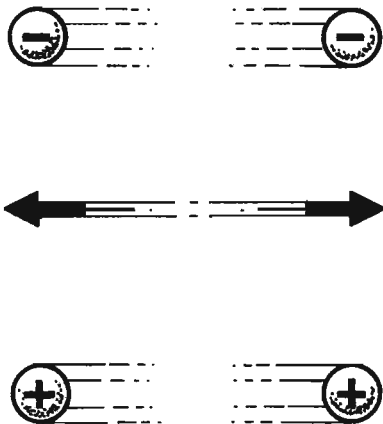



Fig. 2 - Le cariche elettriche dello stesso nome, positive o negative, si respingono.

le forze, che possono essere attrattive o repulsive. Più precisamente, due cariche dello stesso nome si respingono (figura 2), due cariche di nome diverso si attraggono (figura 3). Ciò vale sia per cariche elettriche su corpi separati, sia per quelle presenti su uno stesso corpo. È intuibile, in questo secondo caso, che saranno gli elettroni a risentire delle forze di attrazione o repulsione, mettendosi in movimento nello stesso corpo.
Il movimento di elettroni attraverso un corpo in cui sussistono forze elettriche di attrazione o repulsione costituisce il fenomeno, già citato nella prima parte del presente fascicolo, della "corrente elettrica".
Esistono diversi modi di movimento delle cariche elettriche, ma quelli che maggiormente interessano il tecnico elettronico sono rappresentati dal flusso di corrente elettrica attraverso i corpi conduttori e i corpi semiconduttori.

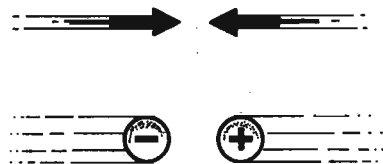



Fig. 3 - Le cariche elettriche di nome diverso si attraggono.

CONDUTTORI E SEMICONDUTTORI

Si definiscono, in generale, "conduttori" tutti quei corpi che si lasciano facilmente attraversare dalla corrente elettrica in entrambi i sensi. Si definiscono invece "semiconduttori" quei corpi nei quali il passaggio di elettricità avviene facilmente in un determinato verso. Ma queste sono espressioni generiche, certamente insufficienti a chiarire talune fondamentali caratteristiche elettriche di certe sostanze. Cominciamo pertanto col chiarire il concetto di corpo conduttore.
Sono essenzialmente corpi conduttori i metalli (oro, argento, rame, alluminio, ecc.).
Gli atomi che compongono i metalli godono di una particolare caratteristica: i loro elettroni possono facilmente uscire dall'edificio atomico, vagare liberamente fra gli spazi interatomici e trasferirsi nella struttura di un atomo diverso da quello di appartenenza. Spieghiamoci meglio: nei metalli le orbite periferiche delle strutture atomiche stabiliscono dei punti di tangenza fra loro; l'orbita di un elettrone periferico di un atomo, cioè, forma un punto di contatto con l'orbita periferica dell'atomo immediatamente più vicino. Quando l'elettrone, nel suo ruotare attorno al nucleo, viene a trovarsi in questo punto di tangenza, esso sente, in ugual misura, le forze di attrazione del nucleo dell'atomo di appartenenza e di quello dell'atomo immediatamente vicino. Le due forze di attrazione, dunque si annullano e l'elettrone fugge, lungo la tangente, liberandosi nello spazio interatomico. Esso vaga in questo spazio finché non risente della forza attrattiva del nucleo di un atomo dal quale, nello stesso modo, sia sfuggito un elettrone. In un corpo conduttore questo fenomeno va moltiplicato per tutti gli atomi che compongono il corpo stesso ed il risultato, visto sotto l'aspetto macroscopico, è il seguente: in ogni corpo metallico esistono sempre, statisticamente, elettroni liberi, cioè svincolati dall'edificio atomico. E questa è la caratteristica fondamentale di tutti i corpi conduttori.
Si può facilmente intuire ora come, applicando una forza elettrica (tensione) in due punti diversi di un corpo conduttore, possa aver luogo il fenomeno della "corrente elettrica".
I semiconduttori, che generalmente si presenta-

no sotto forma di cristalli, non possono essere considerati nè "isolanti" nè "buoni conduttori" dell'elettricità. Il loro comportamento elettrico può infatti apparire analogo a quello dei conduttori o a quello degli isolanti, a seconda delle condizioni alle quali i semiconduttori vengoni sottoposti.
Ma il comportamento dei semiconduttori è condizionato anche da talune grandezze fisiche come, ad esempio, la temperatura, così come accade per i conduttori metallici, nei quali la resistenza diminuisce col diminuire della temperatura, mentre aumenta coll'aumentare della temperatura. Per esempio, il filamento della lampadina, prima che la corrente inizi a scorrere, presenta un valore resistivo modesto, mentre si eleva di molto quando diventa incandescente.
Per i semiconduttori avviene esattamente il contrario; con l'abbassarsi della temperatura essi divengono sempre più cattivi conduttori dell'elettricità, mentre allo zero assoluto il semiconduttori può considerarsi un isolante perfetto.
Questa importante diversità di comportamento dei conduttori metallici e dei semiconduttori sta a significare che le forze di coesione atomica nei semiconduttori sono molto più forti che nei metalli. Anzi, si può dire che l'abbassamento di temperatura nei semiconduttori immobilizza i portatori di cariche elettriche.

Fig. 4 - Quello riportato più in basso è il simbolo elettrico di un diodo. Il disegno in alto riproduce un normale diodo nella sua veste esteriore. Si noti la presenza di un anello in prossimità di uno dei due conduttori, che funge da elemento di segnalazione della presenza dell'elettrodo di catodo.

GERMANIO E SILICIO

Le proprietà dei semiconduttori puri vengono modificate quando in essi si introduce una piccola dose di un prodotto che va sotto il nome di impurità. E gli esempi più comuni in tal senso vengono offerti dal germanio e dal silicio impuri, di cui sono note due qualità diverse: germanio N e germanio P, silicio N e silicio P.
Il germanio ed il silicio di tipo N sono il risultato dell'aggiunta, al cristallo, di parti di antimonio o arsenico; il germanio P e il silicio P risultano dall'aggiunta di parti di alluminio o indio al cristallo.
La denominazione N del cristallo discende dal fatto che in esso vi è una prevalenza di cariche negative. In pratica quando al cristallo puro vengono aggiunte particelle di antimonio o arsenico, queste ultime hanno il potere di donare elettroni agli atomi del cristallo, trasformandoli in cariche negative, che si possono muovere liberamente e che conferiscono al cristallo una conduttività negativa.
Nel cristallo P le particelle di alluminio o indio esercitano il potere di catturare elettroni, sottraendoli agli atomi del cristallo, i quali divengono cariche elettriche positive. Il cristallo assume così una conduttività positiva.

DIODO

Quando si uniscono tra loro due pezzetti di cristallo impuri, uno di tipo P e uno di tipo N, si ottiene una giunzione PN, che è generalmente conosciuta sotto il nome di DIODO. In pratica, quando si accostano tra di loro due pezzetti di cristallo di nome diverso, P e N, si manifesta un particolare fenomeno: si verifica un momentaneo passaggio di elettroni dal cristallo N al cristallo P, che neutralizza soltanto le cariche che si trovano sulla superficie di contatto dei due cristalli. In questo modo la superficie di contatto, privata di cariche elettriche, si comporta come un isolante, che impedisce un ulteriore passaggio di elettroni dal cristallo N a quello P. Il fenomeno può paragonarsi a quello che si manifesta tra le due armature di un condensatore, nel quale le cariche elettriche non passano da un'armatura all'altra a causa dell'isolante interposto fra esse. Dunque, il diodo allo stato solido è costituito da due pezzetti di cristallo di nome diverso: in uno vi sono cariche elettriche positive libere, nell'altro vi sono cariche elettriche negative libere; tra le due cariche vi è una barriera isolante, spontaneamente formatasi all'atto della giunzione dei due tipi di cristallo.

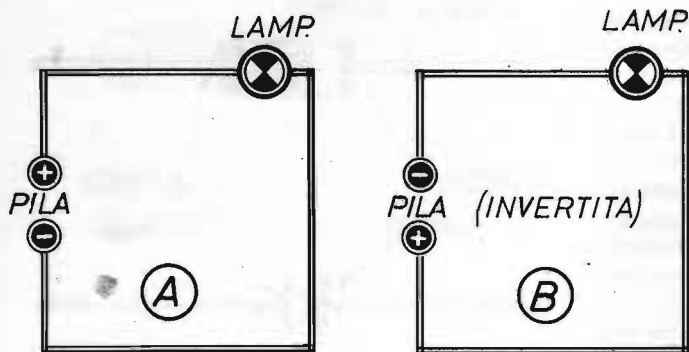



Fig. 5 - Questi due semplici schemi interpretano il concetto del passaggio di corrente elettrica attraverso un conduttore, che nei due disegni è rappresentato dal filamento di una lampadina, qualunque sia il verso della corrente. In A, infatti, il polo positivo della pila è rivolto verso l'alto, in B è rivolto verso il basso. Dunque, nei conduttori, la corrente può scorrere in entrambi i sensi.

Il diodo è caratterizzato dalla presenza di due terminali uscenti: quello connesso con il cristallo positivo prende il nome di "anodo", mentre quello connesso con il cristallo negativo prende il nome di "catodo".
L'aspetto esterno reale più comune di un diodo è quello riportato in alto di figura 4. In questo disegno, come si può notare, in prossimità di uno dei due terminali, è presente un anello, che può essere diversamente colorato, ma che sta ad indicare in ogni caso l'elettrodo di catodo. E ciò vale sia per i diodi al germanio, sia per quelli al silicio.

In basso di figura 4 è riportato il simbolo teorico universalmente adottato per indicare il diodo a semiconduttore nella composizione degli schemi elettrici.

INTERPRETAZIONI CIRCUITALI

I concetti relativi ai semiconduttori, fin qui esposti, possono essere interpretati figuratamente attraverso alcuni semplici circuiti elettrici.
Con gli schemi riportati in figura 5, ad esempio, si

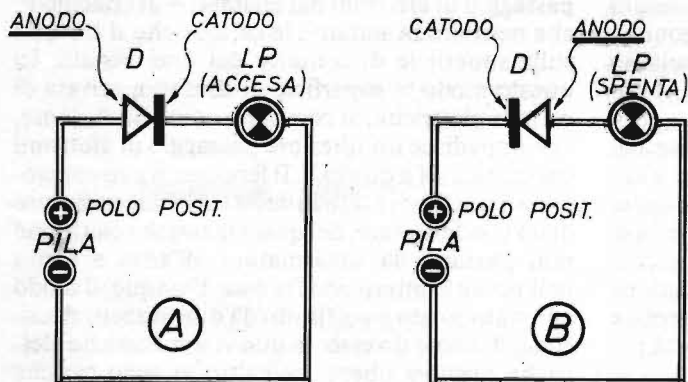



Fig. 6 - La natura dei diodi a semiconduttore, che consente il flusso di corrente elettrica in un solo verso, viene interpretata mediante questi due circuiti. In A la corrente fluisce attraverso la lampadina LP perché il diodo D rivolge l'anodo verso il polo positivo della pila. Nel circuito B la lampadina LP rimane spenta, perché nessuna corrente scorre attraverso il circuito, essendo il diodo D inserito in modo da rivolgere il catodo verso il polo positivo della pila.

interpreta la caratteristica dei conduttori di lasciarsi attraverare dalle correnti elettriche in entrambi i sensi. In A, infatti, la pila è inserita nel circuito in un determinato modo, mentre in B appare collegata in senso inverso. Nel primo caso il polo positivo è quello disegnato più in alto, nel secondo caso il polo positivo è quello disegnato più in basso. Ma in entrambi i casi la corrente scorre attraverso il circuito e ciò è dimostrato dall'accensione della lampadina.
La figura 6 invece interpreta il concetto di semiconduttore. Anche questa volta i due circuiti sono uguali e pure la posizione della pila è la stessa nei due circuiti. Ciò che cambia è la posizione del diodo, che nel disegno A rivolge l'anodo verso il polo positivo della pila, mentre nel disegno B appare inserito in senso inverso, cioè con il catodo rivolto verso il polo positivo della pila.
Quando l'anodo del diodo è orientato verso il polo positivo della pila, la corrente può scorrere attraverso l'intero circuito; lo testimonia infatti la lampadina che si accende e rimane accesa. Quando il catodo del diodo è rivolto verso il polo positivo della pila (circuito B), la corrente non fluisce più attraverso il circuito e la lampadina rimane spenta. Ecco dunque spiegato il motivo per cui il diodo è un semiconduttore, ossia un conduttore che conduce la corrente elettrica soltanto se inserito nei circuiti di alimentazione in un determinato senso.

Fig. 7 - Sulla sinistra è riportato il simbolo elettrico di un diodo led, con particolare segnalazione della posizione degli elettrodi di catodo e anodo. Sulla destra è disegnato un diodo led così come esso appare nella realtà. L'elettrodo di catodo è riconoscibile per essere più corto di quello di anodo; internamente al componente, il catodo assume una conformazione più appariscente (part. 1). La presenza di una tacca o di un incavo sul corpo del componente (part. 2) funge da elemento guida per l'individuazione del conduttore di catodo.

DIODO LED

Il diodo led è un componente realizzato in modo tale per cui, quando è attraversato dalla corrente elettrica, emette una luce che può essere rossa, gialla o verde. La sua sigla deriva dalla terminologia anglosassone "Light Emitting Diode", che significa appunto diodo emettitore di luce.
Il diodo led è costruito a guisa di un diodo normale, essendo composto anch'esso da una giunzione PN di materiale semiconduttore. Ma questo materiale non è il germanio o il silicio; è invece un componente del gallio ed il composto del gallio dipende dalle caratteristiche di emissione luminosa che si intendono conseguire. Per esempio, per ottenere una luce appartenente allo spettro dell'infrarosso, si utilizza l'arseniuro di gallio.
In figura 7 è riportato, sulla sinistra, il simbolo elettrico del diodo led che, come si può notare, non si discosta di molto da quello di un diodo generico. Sulla destra della stessa figura, invece, è riportato il disegno di un diodo led reale. Nel quale sono chiaramente indicati gli elettrodi di anodo e di catodo. Il terminale di catodo è praticamente riconoscibile per essere più corto di quello di anodo, per la conformazione interna al componente (part. 1) e per la presenza di una tacca di riferimento presente sulla parte esterna del diodo (part. 2).
Per far funzionare il diodo led, occorre alimentarlo dopo aver inserito in serie ad esso una resistenza, denominata resistenza di limitazione, il cui compito è quello di limitare l'intensità di corrente ad un valore d'obbligo, che consenta di raggiungere una giusta luminosità ed impedisca la distruzione del componente. Questa resistenza, dunque, deve essere calcolata di volta in volta, tenendo conto del valore della tensione di alimentazione.
I circuiti riportati in figura 8 ripetono, anche per il diodo led, il concetto che ogni semiconduttore si lascia attraversare dalla corrente in un determinato verso. Nello schema A il led è inserito correttamente, con l'anodo rivolto verso il polo positivo della pila ed è quindi acceso. In B invece il diodo led appare spento, perché è stato inserito con il catodo rivolto verso il polo positivo della pila e non può quindi essere attraversato dalla corrente.
I due circuiti di figura 8 possono essere facilmente realizzati in pratica dopo aver acquistato una pila

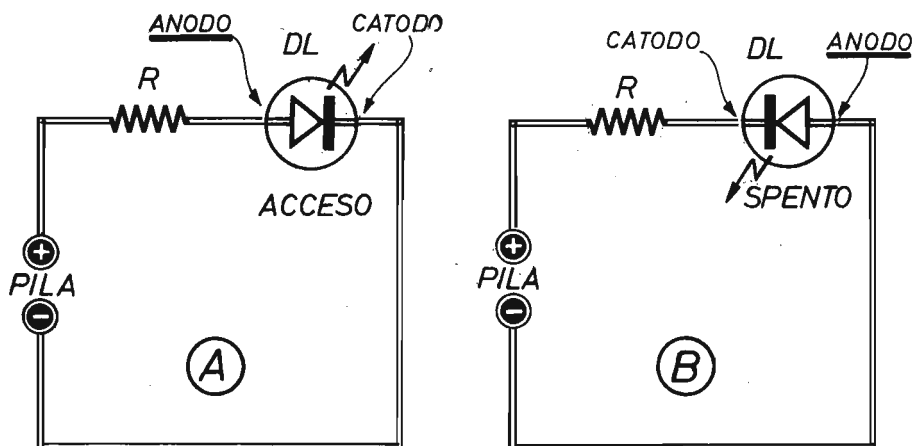



Fig. 8 - Anche il diodo led, come il normale diodo a semiconduttore, deve essere inserito nei circuiti di alimentazione rispettando le sue esatte polarità. In A il diodo led DL è acceso perché l'anodo è rivolto verso il polo positivo della pila. In B il diodo led DL è spento perché il suo inserimento nel circuito è avvenuto in modo errato. La resistenza R prende il nome di resistenza di limitazione, dato che impedisce il passaggio eccessivo di corrente attraverso il componente.

piatta da 4,5 V, un diodo led ed una resistenza da 220 ohm. Lo schema pratico di figura 9 propone appunto questo semplice tipo di montaggio. Ma per tradurre nella realtà i pochi concetti fin qui citati, a proposito dei diodi led, conviene sostituire, in un secondo tempo, la resistenza da 220 ohm con una da 470 ohm, per constatare come l'emissione luminosa del diodo led sia diminuita. Non si debbono mai, invece, inserire resistenze di valore ohmmico inferiore ai 220 ohm, perché in tal caso si provocherebbe l'immediata distruzione del led.
È stato detto che la resistenza di limitazione, da collegare in serie al diodo led, deve essere calcolata di volta in volta in relazione con la tensione di alimentazione disponibile. Ma un principiante, alle prime armi con l'elettronica, non può sottoporsi a questi pur semplici calcoli. Ecco perché abbiamo ritenuto necessario elencare alcuni valori di resistenza da collegarsi in serie al diodo led quando questo viene alimentato con i più comuni valori di tensione delle pile attualmente disponibili.
Concludiamo affermando che con i diodi led, contrariamente a quanto avviene con le normali lampadine ad incandescenza, si ottengono colori luminosi quasi puri.

Tensione pila	Resistenza-serie
3 V	82 ohm
4,5 V	220 ohm
6 V	330 ohm
9 V	470 ohm
12 V	680 ohm

TRANSISTOR

Il transistor è forse il più importante fra tutti i semiconduttori. La parola stessa corre sulla bocca di ognuno di noi, profani, dilettanti, tecnici e professionisti. Esso è presente negli apparecchi radio, nei televisori, nei registratori, negli amplificatori e in moltissimi altri apparati dell'elettronica moderna. In commercio ve ne sono di tutti i tipi, grandi, piccoli, realizzati in contenitori di plastica o metallici, di modesta, media o grande potenza, ma tutti svolgono un compito preciso, quello di amplificare i segnali elettrici.
Per non confondere le idee del principiante, si è di proposito evitato di parlare dei molti modelli di

transistor più comunemente noti, per richiamare l'attenzione del lettore su un solo tipo di transistor che troverà pure, più avanti, pratico impiego: il transistor 2N1711.
Anche il transistor, come ogni altro componente elettronico, viene designato mediante un simbolo, che è quello riportato sulla destra di figura 10. Come si vede, il transistor rimane indicato mediante un dischetto, dentro il quale sono presenti tre linee, una più grossa e due più sottili, disegnate in posizioni oblique. Queste tre linee simboleggiano i tre elettrodi del componente, che prendono i nomi di BASE - COLLETTORE - EMETTITORE; assai spesso l'elettrodo di emettitore viene chiamato "emittore". Nella composizione degli schemi teorici, gli elettrodi del transistor vengono indicati con le sole loro lettere iniziali: b - c - e. Le quali possono essere maiuscole o minuscole, indifferentemente.
Sul corpo esterno del transistor è sempre riportata la sigla di denominazione del componente; pertanto, nel transistor preso ad esempio, è impressa la sigla 2N1711.
Quando un principiante, ma anche un qualsiasi tecnico, prende in mano un transistor per applicarlo in un circuito utilizzatore, deve prima riconoscere esattamente, fra i tre conduttori uscenti dal componente, quale è quello di base, quello di collettore e quello di emittore. Perché un errore in tal senso impedirebbe il funzionamento del circuito in cui il transistor viene montato e, in taluni casi, provocherebbe la distruzione del transistor stesso.
Per riconoscere l'esatta disposizione dei tre conduttori uscenti dal transistor, si deve far riferimento ad un'apposita linguetta che ogni casa produttrice di transistor pone in prossimità dell'elettrodo di emittore. Nell'ordine, subito dopo quello di emittore, fuoriescono dal transistor i terminali di base e di collettore, come indicato sulla sinistra della figura 10.

AMPLIFICAZIONE

È stato detto che il compito di un transistor è quello di amplificare i segnali elettrici, cioè di ingrandirli, renderli più potenti di quelli allo stato naturale. E per far ciò, il segnale da amplificare si applica alla base del componente e lo si preleva amplificato dal suo collettore.
Ogni transistor possiede un suo tipico potere di amplificazione dei segnali elettrici, che prende il nome di coefficiente di amplificazione "beta" e viene indicato con la corrispondente lettera alfabetica greca.
Alcuni transistor hanno un coefficiente di amplificazione beta che vale 600, in altri il coefficiente beta può valere 20. Ciò vuol dire che i primi possono amplificare i segnali elettrici per ben 600 volte, mentre i secondi amplificano i segnali per sole 20 volte. Nel caso specifico del transistor 2N1711

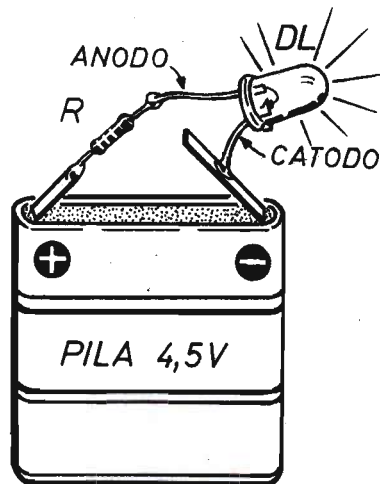



Fig. 9 - Per poter accendere regolarmente un diodo led con una pila piatta da 4,5 V, la resistenza R, inserita in serie con l'elettrodo di anodo, deve avere un valore di 220 ohm.

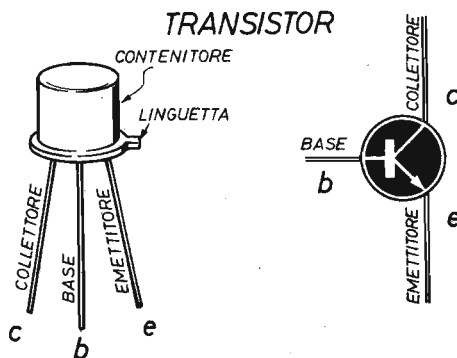



Fig. 10 - Sulla sinistra è stato riprodotto il transistor 2N1711 preso a modello nel testo per l'interpretazione dei principali concetti che regolano il funzionamento di questo componente. Si noti la disposizione dei tre elettrodi di emittore-base-collettore, facilmente individuabili facendo riferimento alla presenza della linguetta-guida. Sulla destra è riportato il simbolo elettrico del transistor.

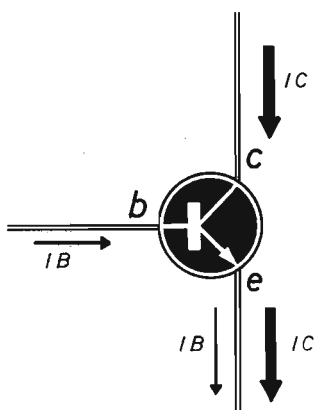



Fig. 11 - Le frecce più sottili vogliono segnalare la presenza di correnti deboli, mentre le frecce più grosse stanno ad indicare il flusso di correnti di maggiore intensità. Si può infatti notare che la corrente di base IB è di modesta intensità, quella di collettore IC è di media intensità, quella di emittore è di notevole intensità, perché determinata dalla somma delle due correnti IB + IC, ossia della corrente di base più quella di collettore.

Fig. 12 - Con questo circuito, facilmente realizzabile in pratica, il lettore, interrompendo o stabilendo il contatto con il polo positivo della pila, può controllare la caratteristica fondamentale del transistor per cui esso diviene conduttore soltanto se sulla sua base è applicato un segnale elettrico.

preso in considerazione, si sa che questo è caratterizzato da un potere di amplificazione di 100 volte. Ciò in pratica significa che la corrente IB, che entra nella base, quando esce dal collettore, viene amplificata di 100 volte (IC). Si suole pure dire che la corrente di collettore IC è superiore a quella di base IB di 100 volte. Attraverso l'emittore fluiscono invece due correnti: quella di base IB e quella di collettore IC, come indicato nello schema di figura 11, nel quale le correnti di collettore IC amplificate sono indicate mediante frecce più grosse, mentre le correnti di base IB e di emittore IE sono indicate con frecce più sottili.

ESEMPIO DI AMPLIFICATORE

Quello riportato in figura 12 è un esempio semplificato, ma che il lettore può praticamente realizzare, di un circuito amplificatore a transistor. In esso risaltano all'occhio tre elementi di maggior spicco:

1° - La base del transistor TR è collegata al polo positivo della pila da 4,5 V mediante una resistenza R da 1.200 ohm.

2° - Il collettore del transistor TR è collegato al polo positivo della pila da 4,5 V mediante una lampada LP da 6 V – 0,1 A.

3° - Il polo negativo della pila da 4,5 V è direttamente collegato con l'emittore del transistor TR.

La resistenza R, collegata in serie con l'elettrodo di base del transistor TR, che ha il valore di 1.200 ohm, fornisce al transistor il segnale elettrico da amplificare. Il quale fluisce attraverso l'elettrodo di base sotto forma di corrente di intensità pari a:

4,5 V : 1.200 ohm = 0,0037 A = 3,7 mA

Dunque, se il transistor TR, come è stato già detto, è caratterizzato da un coefficiente di amplificazione beta pari a 100, esso amplificherà la corrente di base, che identifica il segnale elettrico, di 100 volte. Pertanto, la corrente di collettore assumerà il valore di:

3,7 mA x 100 = 370 mA

La corrente di emittore, invece, sarà pari alla somma di quella di base più quella di collettore ossia:

370 mA + 3,7 mA = 373,7 mA

Una volta collegata la pila al circuito di figura 12, la lampada LP si accenderà, ma se si interrompe la continuità circuitale nel punto indicato con la parola CONTATTO, la lampadina si spegnerà. Que-

Fig. 13 - Circuito teorico del dispositivo regolatore di luminosità che il lettore potrà realizzare seguendo tutte le istruzioni riportate nel testo. Regolando la posizione del cursore del potenziometro R2, la luminosità della lampadina LP varia progressivamente dalla condizione di "spenta" a quella di "accesa".

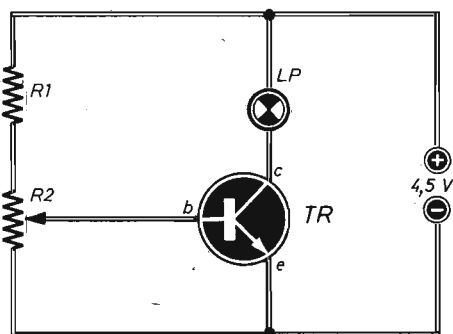
R1	=	1.200 ohm
R2	=	10.000 ohm (potenz. a variaz. lin.)
TR	=	2N1711
LP	=	6 V - 0,1 A
PILA	=	4,5 V

sto fenomeno si verifica per il fatto che viene a mancare quella corrente di base, che più volte abbiamo denominato "segnale elettrico da amplificare", che consente al transistor TR di comportarsi da elemento amplificatore. Con l'eliminazione della corrente di base, si suole dire che il transistor TR rimane INTERDETTO, cioè non lavora. Si suole anche dire che il transistor interdetto si trova nello STATO DI INTERDIZIONE e ciò per contrapposizione all'altro stato del transistor, quello in cui il componente lavora in pieno ritmo e che viene denominato STATO DI SATURAZIONE.

Fig. 14 - Sulla sinistra è riportato il simbolo elettrico del potenziometro, sulla destra si nota il disegno del potenziometro così come esso si presenta nel suo aspetto reale.

REGOLATORE DI LUMINOSITÀ

Con le nozioni didattiche fin qui apprese, il lettore può considerarsi sufficientemente preparato per comprendere il comportamento elettrico di un semplice circuito di regolazione di luminosità, che più avanti insegneremo a costruire, soprattutto per verificare in pratica una buona parte dei concetti che stanno alla base del funzionamento dei semiconduttori.
Il circuito teorico del regolatore luminoso è quello riportato in figura 13. Esso è composto da una resistenza fissa (R1), da una resistenza variabile, chiamata potenziometro (R2), dal transistor TR, da una lampadina LP e da una pila di alimentazione da 4,5 V.
Nel circuito di figura 13, dunque, è presente un solo nuovo componente, di cui non si era ancora parlato, il potenziometro R2, di cui in figura 14 sono riportati, sulla sinistra, il simbolo elettrico e,

Fig. 15 - Il transistor, nel circuito regolatore di luminosità, può assumere tre condizioni elettriche diverse. La prima di queste, schematizzata sulla sinistra, corrisponde ad un interruttore aperto (TR1 = transistor interdetto); essa si verifica quando la lampadina LP è spenta. La seconda condizione elettrica, quella schematizzata al centro, corrisponde a quella di un interruttore chiuso (TRS = transistor saturo); in questo caso la lampadina LP è accesa. La terza condizione elettrica, schematizzata sull'estrema destra, interpreta le posizioni intermedie del cursore del potenziometro; il transistor in tal caso si comporta come una resistenza (TRSI = transistor stato intermedio) e la lampadina LP emana una quantità di luce inferiore a quella massima.

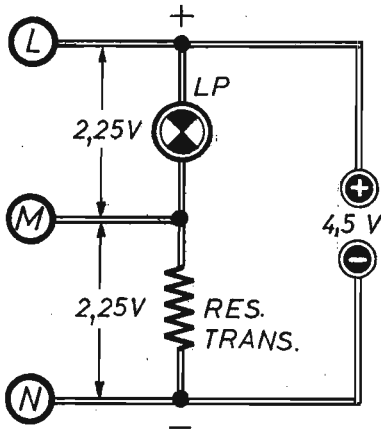



Fig. 16 - A questo schema si fa riferimento nel testo per interpretare il concetto di trasformazione dell'energia elettrica in energia termica.

sulla destra, l'espressione reale del componente. Il quale è formato da un contenitore metallico, in cui è racchiusa una resistenza di tipo a grafite e sulla quale scorre un cursore pilotato da un perno, esterno, che viene manovrato dall'operatore ogni volta che ve ne sia bisogno. I tre terminali uscenti dalla piccola carcassa metallica, che abbiamo denominato con le lettere X - Y - Z, si riferiscono ai due punti estremi della resistenza di grafite e al contatto che il cursore forma con i vari punti di questa. Ma ritorniamo all'esame del circuito di figura 13, che ora ci permette di capire come, facendo variare manualmente il valore della resistenza di base del transistor TR, possa variare la corrente di base e, conseguentemente, l'amplificazione del transistor.

Sotto l'aspetto elettrico appare evidente che la corrente di base, grazie alla presenza del potenziometro R2, può variare dal valore zero al valore massimo consentito dalla resistenza R1. Con il cursore tutto spostato verso il punto Z, cioè verso il polo negativo della pila, la base del transistor non riceve corrente ed il transistor stesso si trova all'interdizione. Conseguentemente, nessuna corrente fluisce attraverso il collettore e la lampadina LP rimane spenta. Spostando gradualmente il cursore Y verso il punto X, ossia verso la resistenza R1, si verifica un progressivo aumento della corrente di base e, ovviamente, della corrente di collettore. La lampadina LP, dunque, si accende gradualmente, fino a raggiungere la sua massima luminosità quando il cursore del potenziometro è tutto spostato verso la resistenza R1. Questo è il comportamento pratico del circuito regolatore di luminosità. Il comportamento teorico, invece, va rilevato nel fatto che una debole corrente di base nel transistor determina una forte variazione di corrente attraverso il collettore.

Fig. 17 - Quando il transistor emana una quantità di calore eccessiva, che può essere dannosa, su di esso si deve applicare un radiatore come quello qui riprodotto, che è di tipo stellare.

DISSIPAZIONE TERMICA

Si è visto come il comportamento del transistor TR cambi col variare delle posizioni assunte dal cursore del potenziometro R2. Infatti, quando il cursore è tutto spostato verso il polo negativo della pila (posiz. Z) e la lampadina LP è spenta, il transistor TR si comporta come un interruttore aperto. Quando il cursore è tutto spostato verso la resistenza R1 (posiz. Y) e la lampadina LP è accesa, il transistor TR si comporta come un interruttore chiuso. Quando invece il cursore del potenziometro si trova in una posizione intermedia (posiz. fra Z e Y), il transistor si comporta come una resistenza la quale, al passaggio della corrente, si riscalda. E ciò può essere praticamente constatato, a montaggio avvenuto del regolatore di luminosità, ponendo un dito sopra il transistor TR, che rimane freddo quando il cursore del potenziometro R2 si trova nelle due posizioni estreme Z - Y, mentre si riscalda, più o meno, quando viene a trovarsi in una posizione intermedia dell'intera corsa resistiva.

Le tre condizioni elettriche, in cui può trovarsi il transistor TR nel circuito del regolatore di luminosità, sono teoricamente riportate in figura 15.

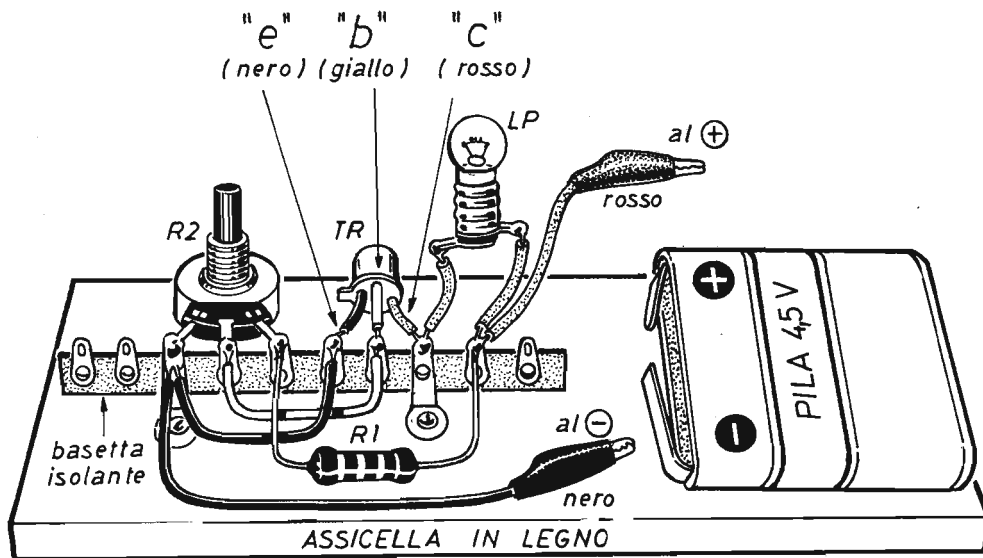



Fig. 18 - Piano costruttivo dell'apparato regolatore di luminosità alimentato con una pila da 4,5 V.

Per meglio comprendere il concetto di trasformazione dell'energia elettrica in energia termica da parte del transistor TR, il quale durante le emissioni di luminosità intermedia si comporta parzialmente da elemento "dissipatore termico", conviene far riferimento allo schema di figura 16. Si supponga quindi che la lampada LP sia da 6 V - 0,5 A e si pensi di regolare il flusso di corrente attraverso il transistor, che in figura 16 è rappresentato mediante una resistenza, sempre con il potenziometro regolatore di luminosità, in modo che l'emissione di luce appaia dimezzata. In tal caso la corrente che attraversa la lampadina è inferiore a quella di esercizio pieno e la tensione sui suoi terminali non è più quella di 4,5 V, ma quella dimezzata di 2,25 V. Fra i punti N - L rimane sempre il valore di 4,5 V, ma tra i punti L - M il valore della tensione è di 2,25 V e questo stesso valore lo si rileva fra i punti M - N. Ovviamente, come abbiamo già detto, si tratta di osservazioni e riferimenti che hanno valore puramente teorico, ma che servono ad interpretare il concetto di dissipazione termica da parte del transistor.

Continuando l'esame dello schema di figura 16, si osserva che, rilevando sul punto M un valore di tensione metà di quello di alimentazione di 4,5 V, l'intensità di corrente che fluisce attraverso la lampadina LP ed il transistor è la stessa. Pertanto, essendo la lampadina da 0,5 A, la corrente che circola sarà di 0,25 A.

A questo punto è possibile calcolare il valore della potenza dissipata, ossia trasformata in calore, da parte del transistor, cioè dalla resistenza che lo rappresenta:

$$W = V \times A$$
$$2{,}25\ V \times 0{,}25\ A = 0{,}56\ W$$

In pratica ciò significa che il transistor si riscalda come una lampadina da mezzo watt (0,5 W). Ma la quantità di calore erogata dal transistor, se diviene eccessiva, conduce presto il componente alla distruzione.

Un metodo empirico, per stabilire la pericolosità o meno del calore erogato, può essere quello di appoggiare il dito sulla parte superiore del transistor, per constatare se la temperatura è accettabile oppure diviene insopportabile.

Il transistor, dunque, è un componente che solleva il problema del raffreddamento, che è avvertito in misura particolare in quei circuiti in cui si fa impiego di elementi di potenza.

Per ottenere nel modo più semplice il processo di dispersione del calore, conviene inserire, sul cor-

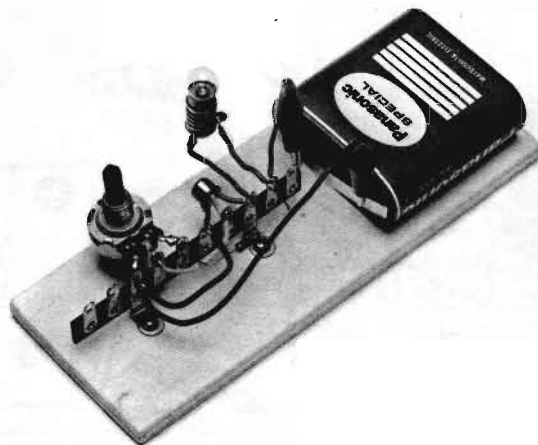



Fig. 19 - La foto qui riportata è stata eseguita nei nostri laboratori di progettazione e collaudo e riproduce il montaggio del dispositivo regolatore di luminosità.

po del transistor, un apposito radiatore, come quello riprodotto in figura 17.
Naturalmente, quando sull'involucro esterno del transistor viene avvolto un elemento radiatore di calore, il componente deve essere posizionato in modo tale da favorire il processo di dissipazione termica. Pertanto, la posizione verticale è da preferirsi a quella orizzontale, nella quale la dispersione dell'energia termica diminuisce del 60%.

MONTAGGIO DEL REGOLATORE DI LUCE

Il circuito teorico riportato in figura 13 può essere facilmente realizzato seguendo il piano costruttivo di figura 18 e così pure la fotografia del prototipo, costruito e collaudato nei nostri laboratori, riprodotta in figura 19. Prima di iniziare il montaggio, tuttavia, il lettore dovrà procurarsi tutti i componenti necessari e sottoporre alcuni di essi ad una semplice preparazione.
Gli elementi necessari per realizzare il regolatore di luminosità sono i seguenti:

Assicella di legno
Pila piatta (4,5 V)
Morsettiera
Transistor (2N1711)
Potenziometro (10 Kohm)
Resistore (1.200 ohm)
Lampadina (6 V - 0,1 A)
Portalampadina
Conduttori
Due pinze coccodrillo
Due viti da legno

L'assicella di legno, sulla quale si applica il montaggio del circuito, è una tavoletta di forma rettangolare, delle dimensioni di 7 cm x 18 cm. e dello spessore di mezzo centimetro.
La basetta isolante, altrimenti chiamata morsettiera, deve essere dotata di almeno sette terminali. Nel nostro prototipo è stato fatto uso di una morsettiera a dieci terminali, perché questa stessa basetta è stata utilizzata nei montaggi descritti nell'ultima parte del presente fascicolo e perché può essere fornita, assieme a tutto il resto dei

componenti, da una stessa ditta, la BCA Elettronica di Imola - Via T. Campanella, 134, alla quale ogni lettore può rivolgersi per le eventuali richieste.

Il potenziometro R2, il cui valore resistivo deve essere quello di 10.000 ohm (valore della resistenza totale) è di tipo a variazione lineare. Ciò significa che le variazioni resistive, quando si agisce sul perno del componente, avvengono in progressione aritmetica. Ma spieghiamoci meglio attraverso un esempio. Supponiamo che la resistenza di grafite del potenziometro R2 sia distribuita lungo una linea retta della lunghezza di 10 centimetri e supponiamo che ad ogni centimetro corrispondano 1.000 ohm. Ebbene, in questo caso, ad ogni millimetro corrispondono 100 ohm. Dunque, dopo due millimetri la resistenza sarà di 200 ohm, dopo tre millimetri sarà di 300 ohm e così via. In ciò consiste la variazione lineare del potenziometro, che si differenzia da quella cosiddetta "logaritmica", nella quale le variazioni, a mano a mano che si fa ruotare il perno del potenziometro, non progrediscono più aritmeticamente, ma in misura sempre più elevata.

I potenziometri di tipo a variazione logaritmica vengono di solito montati nei circuiti nei quali si deve regolare il volume sonoro di un riproduttore audio (radio-amplificatori-mangiadischi-mangianastri ecc.), perché le percezioni dell'orecchio umano vengono appunto avvertite in una gamma di variazioni di tipo logaritmiche.

Le figure 20 e 21 suggeriscono due importanti operazioni di preparazione del transistor, prima dell'inserimento del componente nel circuito. Più precisamente, la figura 20 interpreta il modo più semplice per distinguere tra loro i conduttori di emittore, base e collettore, sui quali vengono inseriti tre pezzetti di guaina isolante, ricavati da tre conduttori di color nero, giallo e rosso. Poi, prendendo nota dei colori assunti dai tre elettrodi, diverrà impossibile commettere errori di scambio dei terminali all'atto della loro saldatura a stagno sui corrispondenti punti del piano costruttivo di figura 18.

Una volta contraddistinti i reofori del transistor, dopo aver fatto riferimento, come già detto in precedenza, alla linguetta orientatrice che si trova in prossimità del conduttore di emittore, occorrerà prestagnare le porzioni di conduttore libero dalla guaina dei tre elettrodi del transistor, come indicato in figura 21. Questa operazione facilita la successiva stagnatura definitiva del componente sul circuito.

Anche le due pinzette-coccodrillo, che servono per collegare i due poli della pila al circuito, debbono essere preparate prima dell'inizio del montaggio vero e proprio. Queste si trovano in commercio già protette da una guaina di plastica isolante, che dovrà essere provvisoriamente tolta per poter effettuare la saldatura del conduttore.

Per il polo negativo della pila si consiglia di far uso di un conduttore di color nero e, analogamente, di una pinza-coccodrillo protetta da una guaina di color nero. Il color rosso, invece, è più adatto per la conduzione della linea di alimentazione positiva.

Fig. 20 - Per poter rapidamente riconoscere gli elettrodi di emettitore, base e collettore del transistor, durante le operazioni di saldatura dei terminali, conviene inserire, su questi, tre piccole guaine isolanti diversamente colorate.

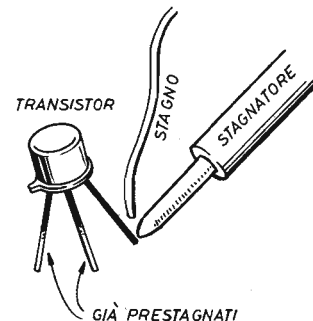



Fig. 21 - Prima di effettuare la saldatura degli elettrodi del transistor sui corrispondenti punti del circuito, si rende necessaria una operazione di prestagnatura delle estremità dei conduttori.

OPERAZIONI DI MONTAGGIO

Soltanto quando tutti gli elementi sono pronti nel modo ora descritto, il lettore potrà iniziare il lavoro di montaggio del dispositivo regolatore di luminosità, tenendo sott'occhio il disegno relativo al piano costruttivo riportato in figura 18.

La prima operazione consiste nel fissare, mediante due viti da legno, la basetta isolante, che abbiamo pure chiamato morsettiera, su una parte dell'assicella di legno, in una posizione press'a poco uguale a quella in cui è stata disegnata in figura 18. Poi si introducono nel foro del terzo terminale, contato a partire da destra, il conduttore di collettore e uno dei due conduttori del portalampada, quindi si esegue la saldatura a stagno.

Nel secondo terminale, contato a partire da destra, si inseriscono tre conduttori: il secondo conduttore del portalampada, uno dei due reofori della resistenza R1 ed il conduttore rosso della linea di alimentazione positiva. Il conduttore di base del transistor va inserito, assieme ad uno spezzone di conduttore isolato, nel quarto capocorda della morsettiera contato a partire da destra. Il conduttore di emittore è inserito, assieme ad un secondo spezzone di filo conduttore, nell'occhiello del quinto capocorda della morsettiera. Nel sesto terminale sono introdotti il conduttore rimasto libero della resistenza R1 ad uno dei contatti del potenziometro R2, i cui altri due contatti si succedono nell'ordine. È ovvio che, ad ognuna delle operazioni citate deve far seguito quella di saldatura a stagno.

Per far funzionare il regolatore di intensità luminosa, si dovranno ora applicare le due pinzette-coccodrillo sui due poli della pila e manovrare lentamente il perno del potenziometro R2, sul quale i più volonterosi potranno inserire una manopola di comando. L'effetto risultante sarà immediato, dapprima si otterrà la massima luminosità della lampadina LP, poi questa decrescerà lentamente fino allo spegnimento completo, o viceversa.

Vogliamo appena avvertire i lettori più audaci che il circuito ora descritto è in grado di controllare le piccole potenze elettriche. Non è quindi possibile sostituire la pila con la tensione di rete e la lampadina LP con una lampada da illuminazione per usi domestici.

TEMPERATURA E CALORE

Si è appena sfiorato, in precedenza, il problema dell'aumento di temperatura e della erogazione di calore da parte del transistor durante il suo funzionamento. Ma questo argomento merita un esame più approfondito, al quale neppure i principianti possono sottrarsi.

La temperatura eccessiva, sia che essa si sviluppi internamente al corpo del transistor, oppure esternamente ad esso, può essere causa di danni, perché può distruggere il componente, oppure alterarne le caratteristiche di funzionamento.

L'aumento di temperatura nel corpo del transistor può essere determinato da cause meccaniche esterne e da cause elettriche. Tra le cause esterne ricordiamo la saldatura non eseguita secondo le regole normali e la temperatura ambiente più elevata del solito.

Tra le cause elettriche menzioniamo le errate tensioni sugli elettrodi del transistor stesso.

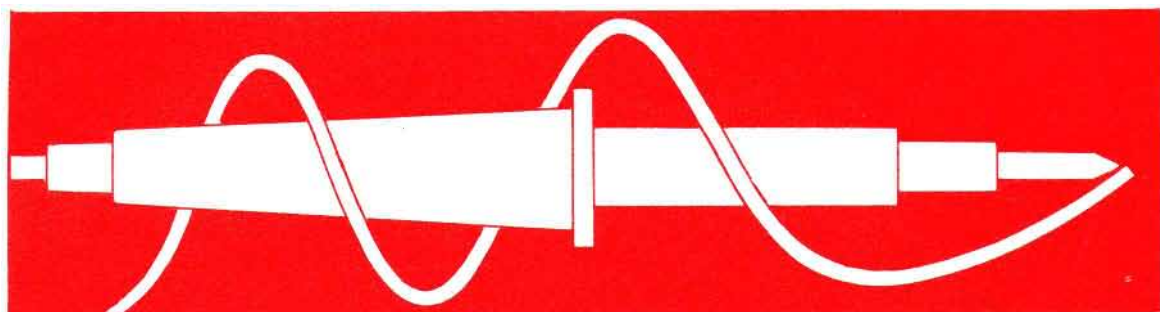
Quando si applica un transistor in un circuito, bisogna far in modo che esso rimanga lontano da parti e componenti soggetti a riscaldamento eccessivo, come ad esempio le resistenze di dissipazione, i trasformatori, le lampade di illuminazione ad incandescenza, ecc.

Per evitare che il calore generato dal saldatore danneggi il transistor durante le operazioni di saldatura dei terminali, si deve operare nel modo più veloce possibile, utilizzando un saldatore ben caldo, la cui punta sia sottile, priva di ossido, in modo da presentare tutto il colore del rame.

I terminali dei transistor, quando questi vengono collegati con i vari punti di un circuito, debbono essere lasciati sufficientemente lunghi e, come abbiamo suggerito per il montaggio del regolatore di luminosità, protetti con tubetti isolanti, allo scopo di evitare contatti interelettrodici e con altri componenti del circuito.

Quando si salda il terminale di un transistor, si deve sempre pensare di risolvere il problema della dispersione del calore, possibilmente stringendo il terminale stesso fra i becchi di una pinza metallica; operando in questa maniera, il calore non raggiunge il corpo del transistor, perché viene disperso nella massa metallica della pinza.

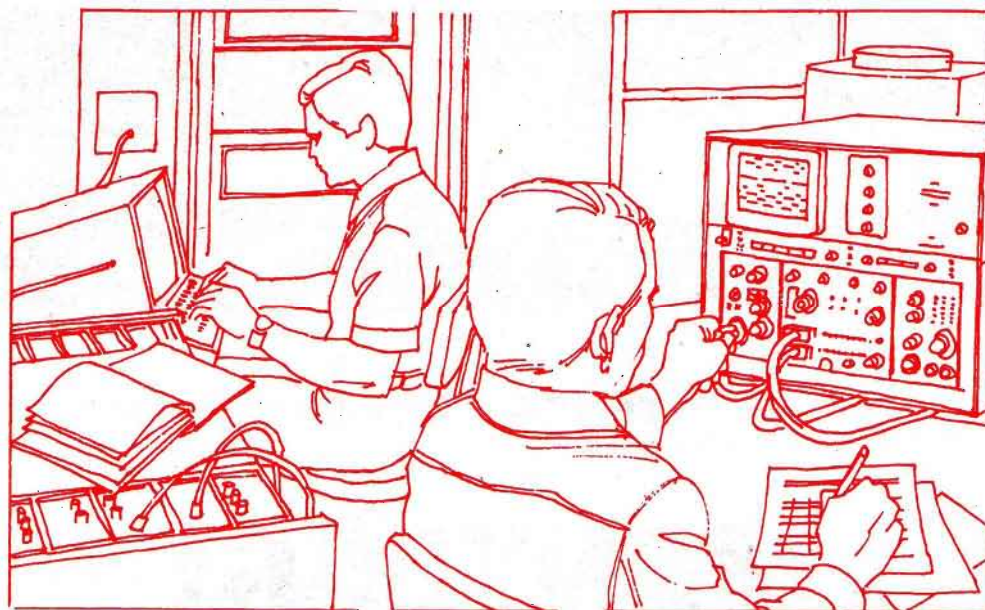
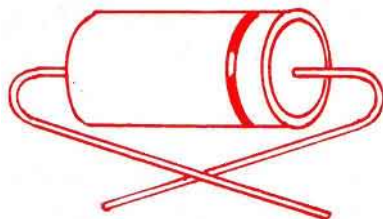
Talvolta, una delle cause che mettono fuori uso definitivamente un transistor è dovuta alle perdite elettriche del saldatore, sulla cui punta è presente la tensione di rete; il saldatore più sicuro è dunque quello ad induzione; tuttavia anche i normali saldatori possono essere utilizzati nella tecnica dei transistor, purché si abbia l'accortezza di interporre, tra spina del saldatore e presa di rete, un trasformatore con rapporto unitario.

Senza ricorrere all'uso del trasformatore-isolatore, conviene mettere a massa tutta la parte metallica dell'utensile. Attualmente, tutti i saldatori sono dotati di spina a tre elettrodi, di cui quello centrale è il conduttore di massa.

TERZA PARTE

MONTAGGI

ARGOMENTI

Entità capacitive
Carica del condensatore
Generatore di suono
Fotocomando
Doppio lampeggiatore
Barriera di potenziale
Spia acustica
Indicatore di polarità

In questa terza parte del presente fascicolo, attraverso una serie di pratiche, utili e divertenti applicazioni, vengono verificati i principali concetti esposti nelle pagine precedenti. Ogni montaggio può essere sicuramente condotto a termine dai lettori principianti purché questi abbiano attentamente seguito le spiegazioni di volta in volta riportate.

Non occorre spendere troppo per eseguire gli esercizi pratici descritti in quest'ultima parte del presente fascicolo. Forse occorrerà darsi un po' da fare per acquistare tutti o parte dei componenti che partecipano alla composizione circuitale dei dispositivi, con i quali si concretizzano, divertendosi, le varie funzioni elettroniche proposte soltanto teoricamente nelle pagine precedenti. Perché è certo che, nel negozio di elettricità vicino a casa, difficilmente si potranno reperire i resistori, i diodi led, il potenziometro e quanto altro si rende necessario per completare questo o quell'apparato. Tuttavia, coloro che, abitando in piccoli centri, dove manca un vero punto di vendita di materiali elettronici, dovessero trovarsi in difficoltà, potranno facilmente accordarsi, per qualsiasi tipo di acquisto, con la nostra collaboratrice BCA Elettronica - Via T. Campanella, 134 - Imola (Bologna) - Telef. (0542) 35871, che si è dichiarata disponibile a soddisfare ogni richiesta dei lettori.

Fatta questa importante premessa, dovremmo entrare ora nel vivo dell'argomento, non prima tuttavia di aver ricordato alcuni elementi teorici relativi ad un componente, che avremmo dovuto citare nella prima parte del fascicolo, ma che abbiamo preferito rinviare a questa sede per non tediare oltremodo la lettura del principiante all'inizio del fascicolo: il condensatore.

ENTITÀ CAPACITIVE

CAPACITÀ DEL CONDENSATORE

Chi ha avuto occasione di osservare il circuito di un ricevitore radio, di un amplificatore o di altro apparato elettronico, si sarà certamente accorto che in esso sono inseriti alcuni dei componenti descritti nelle pagine precedenti, mentre altri non hanno ancora avuto alcuna interpretazione. Tra questi ultimi vi sono i condensatori che, nella loro espressione più semplice sono composti da due lamine di materiale conduttore, affacciate l'una all'altra e separate da uno strato di materiale solido o gassoso, comunque isolante, che prende il nome di dielettrico, mentre le lamine assumono la denominazione di armature.
La caratteristica fondamentale del condensatore è quella di accumulare e conservare le cariche elettriche. Essa prende il nome di "capacità" e ciò per analogia con quanto si dice di un qualsiasi contenitore di sostanze liquide.
L'unità di misura della capacità elettrica è il "farad" (abbrev. F.). Ma questa è molto grande per essere adottata nella pratica comune, mentre si fa uso dei suoi sottomultipli, che sono:

microfarad = μF (un milionesimo di F)

Fig. 1 - Simbolo elettrico di un generico condensatore fisso.

picofarad = pF (un milionesimo di milionesimo di F)

Il picofarad si usa normalmente per valori fino a 100.000 pF. Per valori capacitivi più elevati si usa il microfarad μF. Ad ogni modo occorre ricordare che, a volte, si fa uso del microfarad anche per valori non molto elevati. Pertanto si debbono ritenere bene a memoria le seguenti corrispondenze:

0,1 μF = 100.000 pF
0,01 μF = 10.000 pF
0,001 μF = 1.000 pF

Qualche condensatore ceramico ed alcuni condensatori elettrolitici vengono utilizzati nei montaggi descritti alle pagine seguenti.

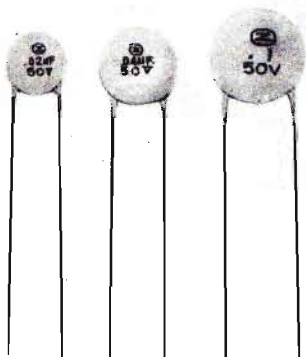



Fig. 2 - In questa foto sono riprodotti alcuni modelli di condensatori ceramici di tipo a pastiglia. Sul loro involucro sono impressi il valore capacitivo e quello della tensione massima alla quale possono essere sottoposti, che viene normalmente definita come tensione di lavoro del condensatore.

VARIETÀ DI CONDENSATORI

Nel mondo dell'elettronica esistono numerosissimi tipi di condensatori.

Una prima suddivisione fondamentale, che si può fare di tutti i condensatori attualmente prodotti dall'industria e montati nei circuiti elettronici, comprende la categoria dei conden-

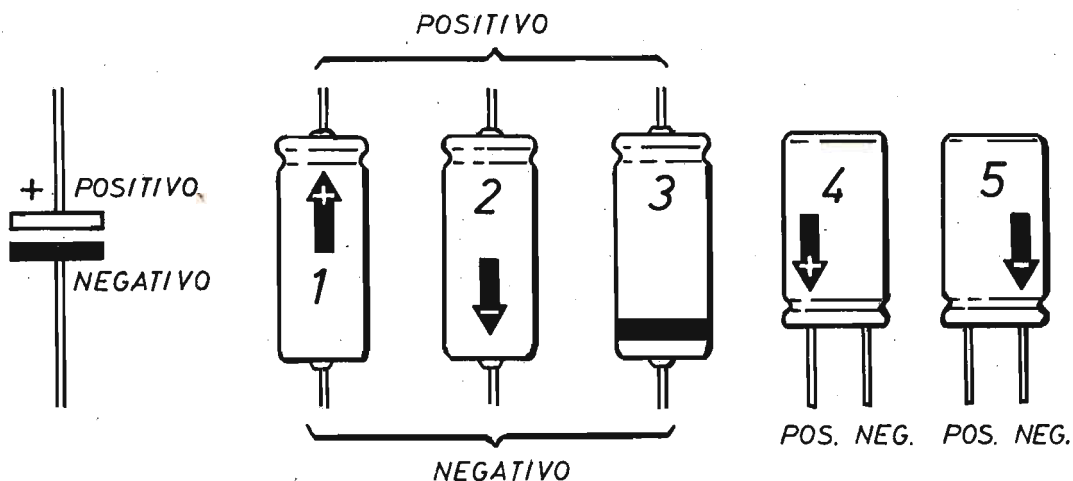



Fig. 3 - Sulla sinistra è riportato il simbolo elettrico del condensatore elettrolitico, che è un componente polarizzato, ossia dotato di terminale positivo e negativo. Nei successivi disegni sono illustrati i vari modi con cui possono essere segnalati i due terminali del condensatore. Talvolta, per indicare l'elettrodo positivo, sull'involucro esterno del componente sono impresse delle crocette. I modelli contrassegnati con i numeri 1 - 2 - 3 vengono chiamati condensatori di tipo assiale. Quelli contrassegnati con i numeri 4 - 5 sono detti condensatori di tipo verticale.

satori variabili e quella dei condensatori fissi. I primi possono variare il loro valore capacitivo tramite una semplice operazione meccanica esterna: i secondi mantengono costante il loro valore capacitivo.
Alla categoria dei condensatori variabili appartengono anche i cosiddetti condensatori semifissi, nei quali il valore capacitivo vien fatto variare di quando in quando, per mezzo di un'azione meccanica esterna; questi tipi di condensatori prendono anche il nome specifico di "compensatori".
Nella categoria dei condensatori variabili il concetto costruttivo rimane pressoché lo stesso; quel che varia tra un componente e l'altro, sono la forma, il modo con cui varia la capacità e i limiti fra i quali la stessa capacità si estende. Può variare anche la natura del dielettrico, che può essere rappresentato dall'aria, dalla mica o da particolari fogli di plastica. I condensatori fissi assumono forme diverse e possono essere diversamente costruiti. In elettronica vengono largamente impiegati i condensatori fissi ceramici, in polistirolo, a carta, paraffinati, a mica, elettrolitici. Ovviamente i condensatori fissi di basso valore capacitivo sono di piccole dimensioni, mentre i condensatori di elevato valore capacitivo assumono forme e dimensioni maggiori compatibilmente con il progresso della tecnica industriale.

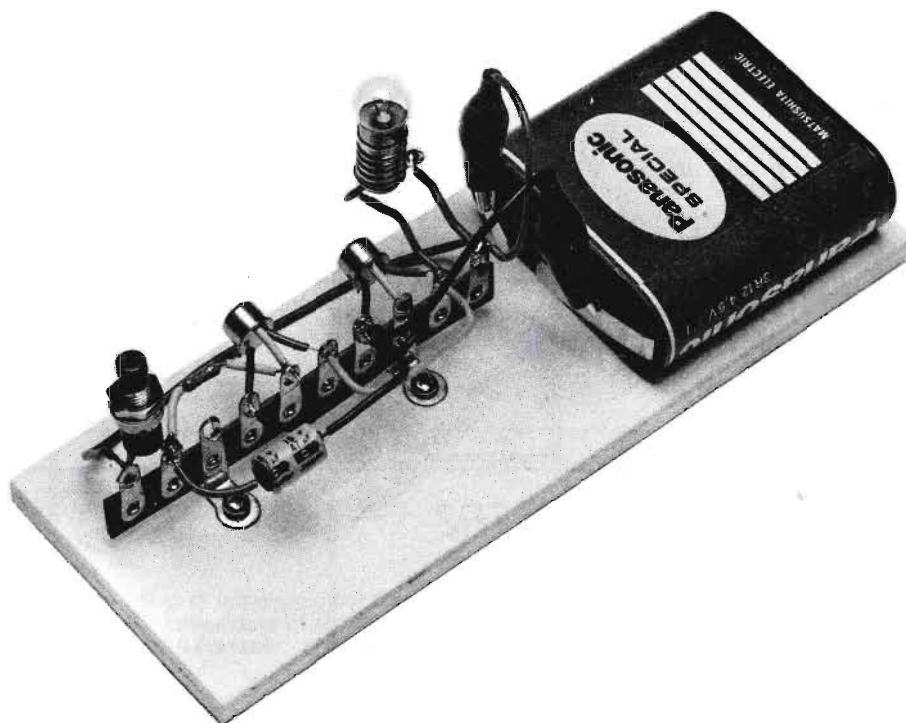
Fig. 4 - Disegno in "esploso" di un condensatore elettrolitico. I principali elementi che lo compongono sono: terminali positivo e negativo (1), tappo di gomma (2), contenitore di alluminio (3), condensatore vero e proprio ottenuto con l'avvolgimento di due striscie di alluminio (4), rivestimento di plastica sul quale sono impressi i dati elettrici e le polarità del componente (5).

CONDENSATORI ELETTROLITICI

I condensatori elettrolitici si differenziano da tutti gli altri tipi di condensatori per le loro caratteristiche costruttive. In essi, infatti, sono presenti due nastri di alluminio, di cui uno è di grande purezza ed è quello sul quale si deposita la pellicola di ossido. Sopra la pellicola di ossido, che tende spontaneamente a ridursi e a scomparire durante il funzionamento del condensatore, viene posto un elettrolita gelatinoso, che ha lo scopo di conservare la pellicola di ossido. L'elettrolita, che è costituito da un composto di borato di sodio o di ammonio, con acido borico, glicerina e amido, viene spalmato su un nastro di carta porosa o di altra sostanza parimenti porosa. Con questo sistema di composizione del condensatore, l'elettrolita rimane immobilizzato e presente lungo tutta la lunghezza dei due nastri di alluminio.
I condensatori elettrolitici sono componenti polarizzati, cioè muniti di un morsetto positivo e di uno negativo. Invertendo l'ordine di applicazione delle due tensioni sui morsetti del condensatore elettrolitico, si corre il rischio di distruggere in breve tempo il componente elettronico.
Al principiante raccomandiamo di tener sempre presente, durante i suoi esperimenti, il concetto di polarità degli elettrolitici. Ciò significa, in pratica, che i condensatori elettrolitici non possono essere comunque montati nei circuiti, perché il morsetto positivo deve essere normalmente saldato con le linee a tensione positiva, mentre quello negativo deve risultare connesso con le linee a tensione negativa o a massa.

CARICA DEL CONDENSATORE

Il dispositivo qui presentato serve a concretizzare quell'importante concetto, che è stato appena trattato nelle pagine precedenti e che abbiamo definito "capacità del condensatore". Abbiamo detto che il condensatore è un componente che accumula le cariche elettriche, le conserva quando è inserito in un circuito aperto e le restituisce quando il circuito di appartenenza è chiuso. Ebbene, tutto ciò è dimostrabile attraverso il circuito di figura 1, la cui realizzazione pratica è illustrata in figura 2. Ma passiamo senz'altro all'esame dettagliato dello schema elettrico di figura 1.
Quando si inserisce la pila ed il condensatore elettrolitico C1 non è collegato, la lampadina LP1 rimane spenta, perché sulla base del transistor TR1 manca il segnale elettrico o, come si suol dire, più correttamente, perché la base di TR1 non è polarizzata. In questo caso, il circuito di figura 1 è simile a quello di figura 12 analizzato nella seconda parte del fascicolo, quella in cui sono stati trattati i semiconduttori. La sola differenza che intercorre tra i due schemi sta nel CONTATTO, che in figura 12 è di tipo volante, mentre nello schèma qui riportato è ottenuto tramite un pulsante di tipo normalmente aperto. Dunque, premendo il pulsante P1, il segnale elettrico raggiunge la base, il transistor TR1 entra in funzione ed alimenta pure il transistor TR2, sul cui collettore è inserita la lampadina LP1, la quale si accende e rimane accesa finché si tiene premuto il pulsante. Ma questo primo esperimento non interessa il concetto di capacità elettrica, per la cui interpretazione occorre ora inserire il condensatore C1.
Se il terminale positivo del condensatore elettrolitico C1 è collegato con la resistenza R1 e con il pulsante P1, cioè rimane rivolto verso il polo positivo della pila, come risulta nel circuito teorico di figura 1, ed il terminale negativo è connesso con la linea della tensione negativa di alimentazione, quando si preme il pulsante si applica alla base di TR1 la tensione di polarizzazione, ma si alimenta pure il condensatore C1, il quale si carica fino a raggiungere, fra i suoi terminali, un valore di tensione pari a quello della pila. Ora, se si continua a tenere

Premendo per un attimo il pulsante, la lampadina si accende e si spegne, poco dopo, in modo progressivo, lentamente.

premuto il pulsante, la pila continua a fornire soltanto la corrente alla base di TR1 e la lampadina LP1 rimane accesa. Ma se si abbandona il pulsante, la lampadina non si spegne più come è accaduto durante la prima prova, perché il condensatore C1, trovandosi inserito in un circuito chiuso, assume le funzioni della pila e provvede ad alimentare la base di TR1, mantenendo quindi accesa la lampadina. Ma la durata di questo fenomeno è breve e dipende dal valore capacitivo del condensatore elettrolitico. Ciò è facilmente controllabile, in pratica, mediante la sostituzione di C1 con un condensatore di capacità superiore, per esempio da 470 μF.
Si potrà osservare che lo spegnimento della lampadina non è repentino, bensì lento e progressivo, perché il condensatore elettrolitico si scarica sulla base di TR1 secondo una regola che non è lineare, ma che in matematica si definisce esponenziale.

MONTAGGIO

Il montaggio del circuito ora descritto si esegue allo stesso modo di quello riportato nella figura 18 della seconda parte del fascicolo, quella riguardante i semiconduttori. Questa volta però occorre tenere sott'occhio lo schema pratico di figura 2 e la foto riprodotta all'inizio del presente argomento.
La tavoletta di legno, che funge da supporto al montaggio, è di forma rettangolare, nelle dimensioni di 18 cm x 7 cm. Una volta costruita, questa potrà essere utilizzata per tutti gli altri esperimenti più avanti descritti. Su di essa, come si è fatto per il precedente montaggio,

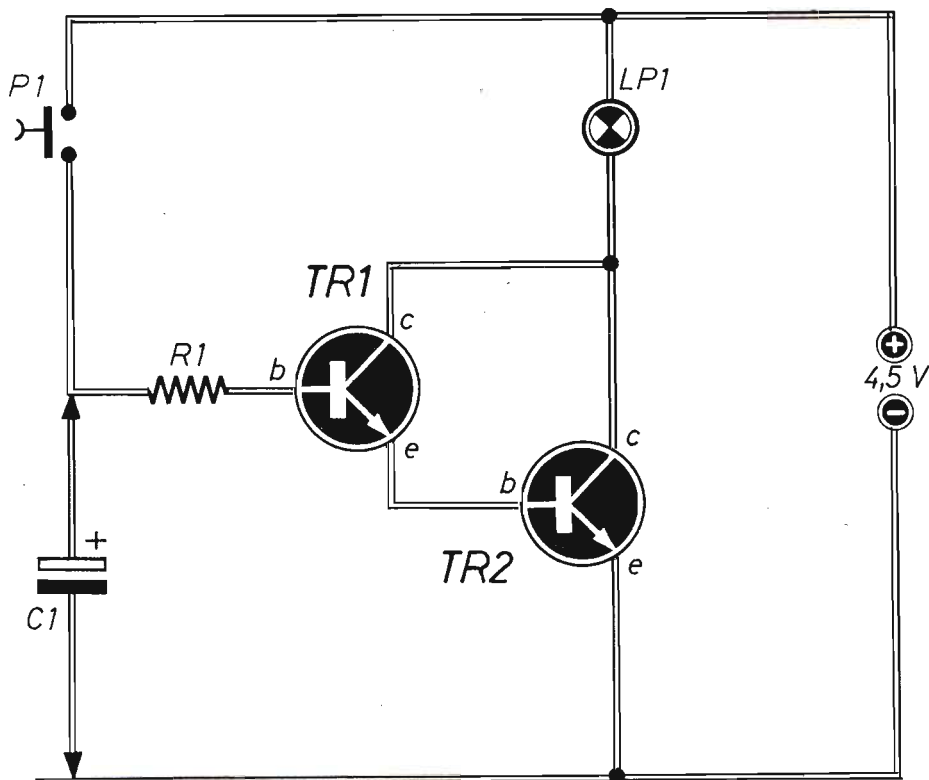



Fig. 1 - Circuito teorico del dispositivo con il quale è possibile sperimentare il comportamento del condensatore elettrico.

COMPONENTI

C1	= 47 μF - 16 Vl (elettrolitico)	LP1	= lampadina (6 V - 0,1 A)
R1	= 33.000 ohm	P1	= pulsante
TR1	= 2N1711	PILA	= 4,5 V
TR2	= 2N1711		

occorre fissare, tramite due viti da legno, la basetta isolante, detta pure morsettiera, sulla quale si saldano a stagno tutti i componenti, fatta eccezione per la pila, che rimane adagiata sulla parte estrema della tavoletta.
Prima di inserire nel circuito il condensatore elettrolitico C1, si deve individuare esattamente il conduttore positivo, che deve essere saldato sul capocorda nel quale sono pure collegati un terminale della resistenza R1 ed un terminale del pulsante, il quale in pratica è un interruttore sempre aperto, che si chiude soltanto quando su di esso si esercita una pressione con un dito.
Nell'elenco componenti, in corrispondenza del

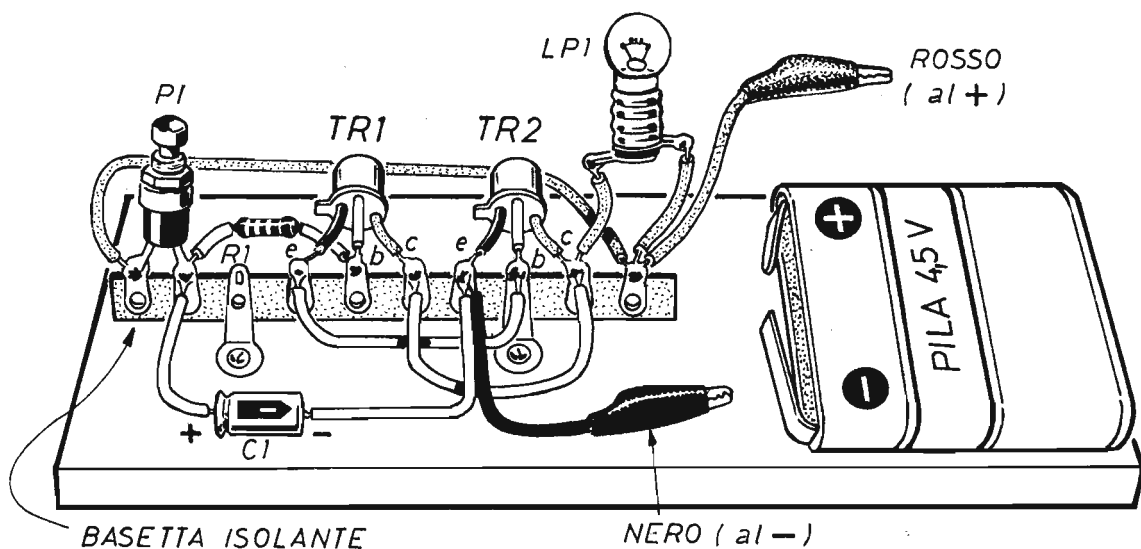



Fig. 2 - Piano di montaggio del dispositivo per la verifica della principale caratteristica del condensatore di accumulare, prima, e restituire, poi, le cariche elettriche, sotto forma di corrente.

valore capacitivo di 47 μF attribuito al condensatore elettrolitico C1, è stato pure riportato il valore della tensione di lavoro del componente nella misura di 16 Vl. Questo dato vuol indicare che il componente può essere inserito in tutti quei punti circuitali in cui la tensione non è superiore ai 16 V. Dunque, nel caso specifico, si sarebbe potuto adottare un componente con una tensione di lavoro di 4,5 V, perché questo è il valore massimo delle tensioni in gioco nel circuito di figura 1, che coincide ovviamente con quello della pila da 4,5 V. Tuttavia, la tecnica insegna che si debbono adottare sempre componenti con tensioni di lavoro superiore a quelle di esercizio, allo scopo di disporre di un buon margine di sicurezza. Pertanto i condensatori elettrolitici, con tensioni di lavoro superiori ai 16 V, possono essere utilmente impiegati nel nostro circuito, ma vengono a costare di più, proprio perché il prezzo di un elettrolitico rimane condizionato, oltre che dal suo valore capacitivo, anche dalla tensione di lavoro.
Osservando la figura 2, si può notare come tutti i terminali dei componenti siano protetti da una guaina isolante. Un tale accorgimento impedisce ogni eventuale pericolo di falsi contatti tra le parti metalliche ed il conseguente mancato funzionamento del dispositivo.
Le guaine isolanti si possono trovare in vendita presso i rivenditori di materiali elettronici ma possono anche essere ricavate dai fili conduttori isolati con questo sistema.

LE PINZE-COCCODRILLO

Poiché le pinze-coccodrillo sono presenti in tutti i montaggi descritti in questa ultima parte del fascicolo, riteniamo utile illustrare, una volta per tutte, il loro preciso approntamento.
Le principali operazioni di preparazione delle due pinze-coccodrillo sono illustrate in figura 3. Esse consistono nella prestagnatura della pinzetta (part. 1) e del filo conduttore, nella saldatura definitiva delle parti (part. 2) e nel reinserimento della guaina protettiva della pinzetta (part. 3).

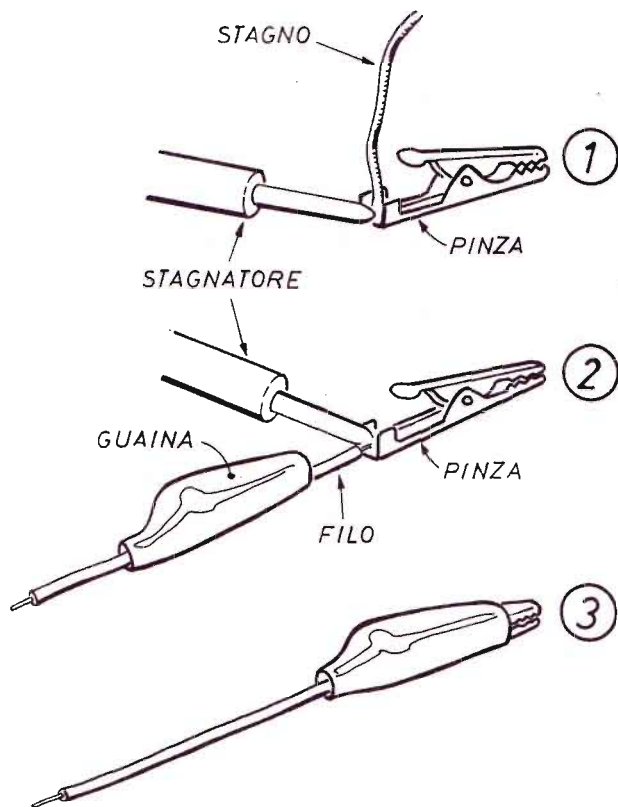
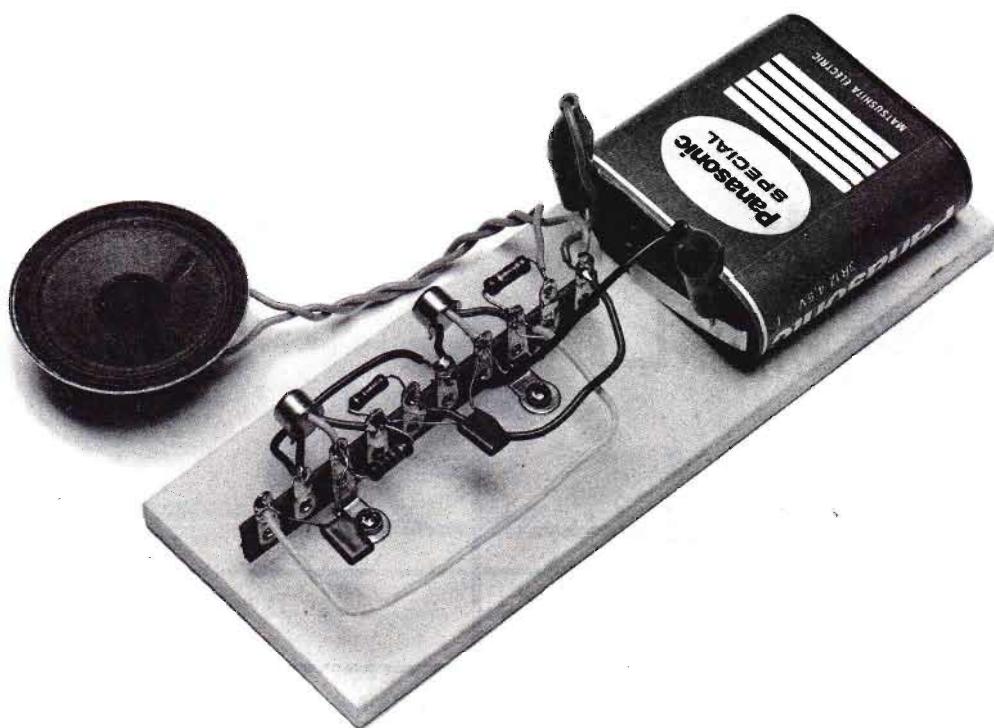



Fig. 3 - Principali fasi di preparazione dei conduttori delle linee di alimentazione positiva e negativa del circuito descritto nel testo. Presaldatura (1), saldatura (2), risultato finale (3).

Per togliere la guaina dalla pinzetta basta aprire completamente la "bòcca" di questa ed infilare in essa un dito, oppure fissarla provvisoriamente su un bordo della tavoletta, se lo spessore non supera i 6 ÷ 7 mm. Con la pinza in posizione "aperta" la guaina si sfila agevolmente. In essa si introduce il filo conduttore da sottoporre a saldatura a stagno e poi, con lo stesso sistema ora suggerito si rimette la guaina nella sua posizione originale.

GENERATORE DI SUONO

Nel linguaggio tecnico corrente, il circuito qui presentato e descritto prende il nome di oscillatore di bassa frequenza, anche se sostanzialmente si tratta di un amplificatore di bassa frequenza. In ogni caso, il tipo di collegamento adottato per i due transistor è tale da produrre una nota, meglio un suono, che si può ascoltare nell'altoparlante AP.

Quando si alimenta il circuito, l'altoparlante emette un suono, la cui frequenza dipende dal valore attribuito ai condensatori.

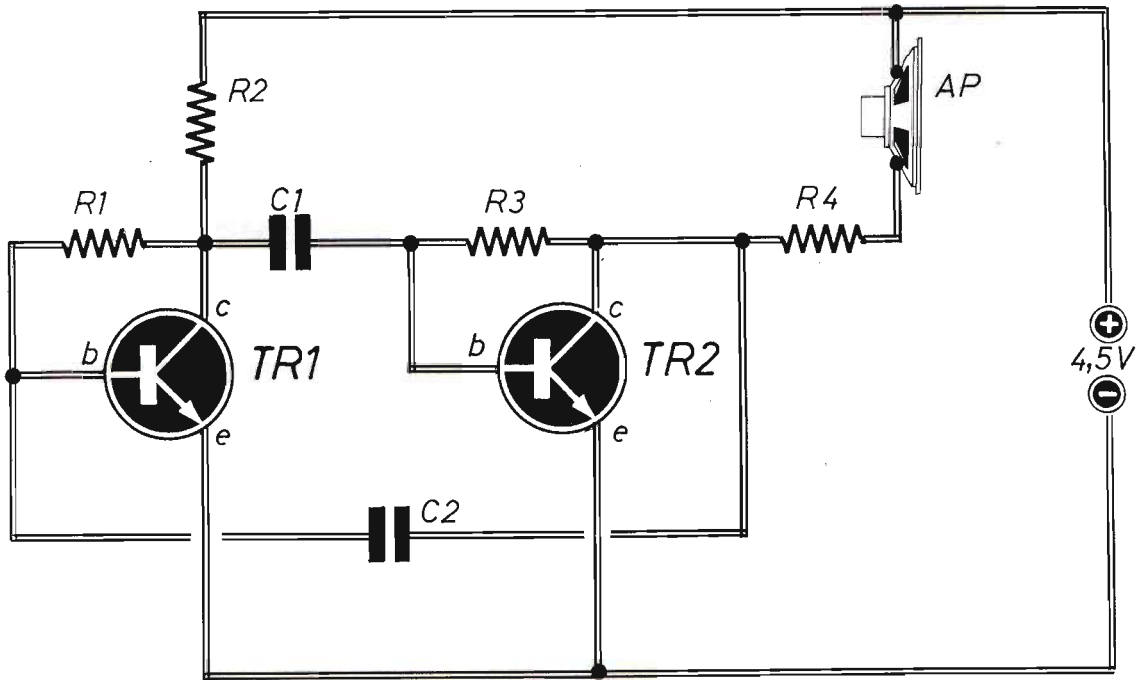



Fig. 1 - Circuito elettrico dell'apparato generatore di suono, la cui frequenza dipende dai valori attribuiti ai due condensatori C1 - C2.

COMPONENTI

Condensatori

C1 = 100.000 pF
C2 = 100.000 pF

Resistenze

R1 = 33.000 ohm
R2 = 1.200 ohm
R3 = 10.000 ohm
R4 = 100 ohm

Varie

TR1 = 2N1711
TR2 = 2N1711
AP = altoparlante (40 ÷ 100 ohm)
PILA = 4,5 V

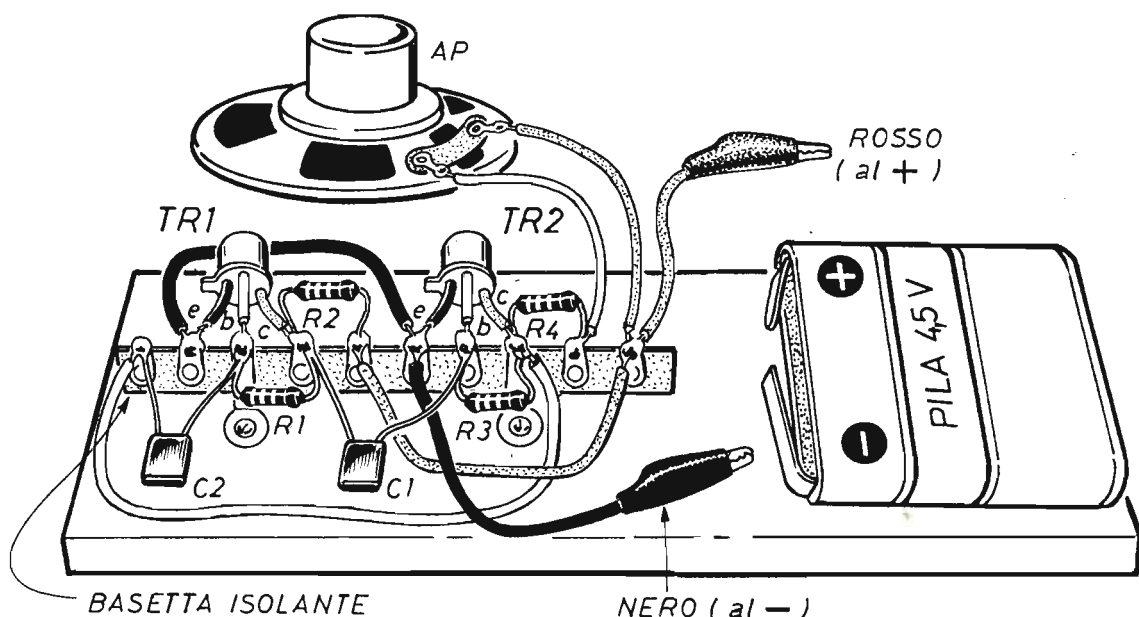



Fig. 2 - Piano costruttivo del dispositivo generatore di suono, che può essere facilmente trasformato in oscillatore Morse, collegando, in serie con il polo positivo della pila, l'apposito tasto telegrafico.

Il suono altro non è che un insieme di onde sonore e queste sono il risultato di una serie di rarefazioni e compressioni dell'aria, le quali possono succedersi assai rapidamente oppure molto lentamente, una dopo l'altra. Nel primo caso si hanno onde sonore corte, nel secondo caso si hanno onde sonore lunghe. Si suole pure dire che i suoni hanno una frequenza più elevata nel primo caso ed una frequenza più bassa nel secondo. Tutto ciò può essere così riassunto: se il numero delle rarefazioni e delle compressioni (onde sonore) diffuse in un minuto secondo è elevato, la frequenza del suono è elevata e le onde sono corte; in caso contrario la frequenza del suono è bassa e le onde sono lunghe. Ma si dice anche che, i primi, sono suoni acuti, mentre i secondi sono suoni gravi.

Dal circuito di figura 1 escono suoni di tonalità media, ma questa può essere facilmente mutata se si cambiano i valori attribuiti ai condensatori C1 - C2, perché dal valore di questi dipende la frequenza del suono uscente dall'altoparlante AP.

Abbiamo detto che il circuito di figura 1 è sostanzialmente quello di un amplificatore e tale sarebbe se non ci fosse il condensatore C2, il quale preleva, dall'uscita del transistor TR2, una parte del segnale amplificato e lo riporta sulla base del transistor TR1. Si creano in tal modo delle oscillazioni la cui frequenza, come è stato detto, dipende dai valori dei due condensatori C1 - C2. E queste oscillazioni si manifestano, attraverso l'altoparlante AP in una successione di onde sonore tutte uguali.

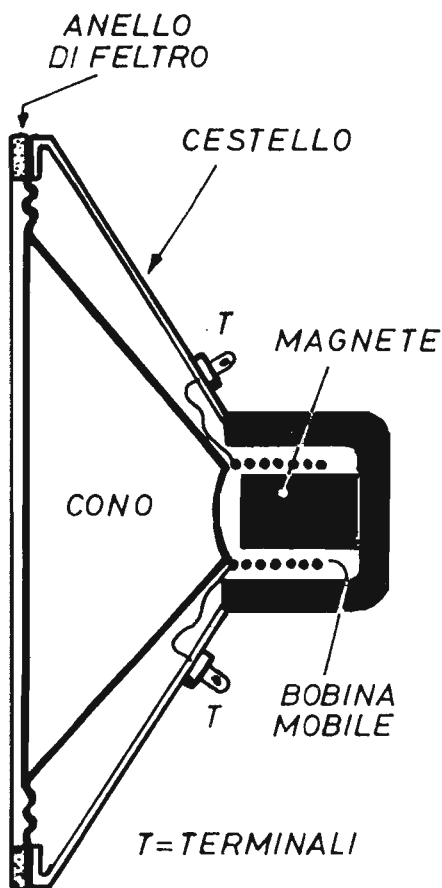



Fig. 3 - Questo disegno riproduce lo spaccato di un comune altoparlante. La bobina mobile, collegata con il cono di carta, non deve toccare le espansioni polari del magnete permanente. I suoi terminali, qui indicati con la lettera T, rimangono irrigiditi ed isolati sul cestello metallico.

L'ALTOPARLANTE AP

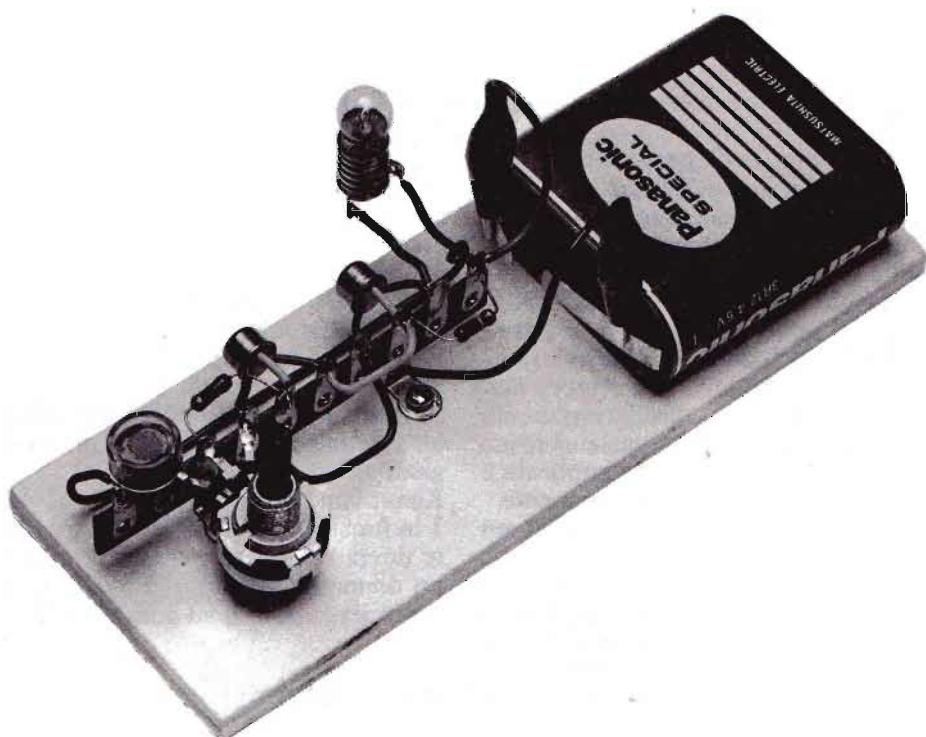
L'altoparlante è un componente che per la prima volta viene citato in questo fascicolo. In elettronica esso assume la denominazione generica di "trasduttore acustico".
L'altoparlante, come indicato in figura 3, sfrutta la possibilità di generare uno spostamento meccanico inviando corrente elettrica in un filo conduttore avvolto a bobina ed immerso in un campo magnetico. Una delle parti principali dell'altoparlante è rappresentata dunque dal magnete permanente, la cui forma è quella di un cilindro cavo, contenente un altro cilindro di dimensioni più ridotte.
Dietro la cavità viene inserita una bobina mobile, collegata meccanicamente ad un cono di carta ed elettricamente a due terminali accessibili dalla parte esterna dell'altoparlante. Il cono, il quale è costruito con un tipo speciale di carta, sottoposta a particolari trattamenti, rimane fissato ad un telaio metallico denominato "cestello", che si ingrossa notevolmente nella parte posteriore dell'altoparlante.
La bobina mobile dell'altoparlante, composta da un avvolgimento di filo conduttore di rame, oppone, al passaggio della corrente, una speciale resistenza che prende il nome di impedenza,

che può essere brevemente interpretata nel modo seguente.
Durante la conversione dell'energia elettrica in energia acustica, ossia durante il funzionamento dell'altoparlante, occorre necessariamente dissipare potenza. E questa necessità comporta l'insorgere di una resistenza che non è realmente presente, ma che simula la resistenza acustica incontrata dal cono a contatto con l'aria. Possiamo quindi concludere dicendo che l'impedenza di un altoparlante non è sempre ben definibile, perché essa varia considerevolmente col variare della frequenza del segnale elettrico applicato, con quello della potenza applicata e con le condizioni di impiego del componente.
In molti casi il valore dell'impedenza di un altoparlante viene definito come il minimo valore riscontrabile, in modo da trovarsi nella certezza di non danneggiare un amplificatore in sede di adattamento dell'impedenza dell'altoparlante con quella di uscita dell'amplificatore stesso. I più comuni valori di impedenza degli altoparlanti di tipo commerciali sono i seguenti: 4 - 8 - 16 ohm. Ma esistono anche altoparlanti con impedenze di 2 ohm - 32 ohm e 120 ohm.
Il concetto di impedenza di altoparlante non può essere espresso simbolicamente con molta precisione. Si usa tuttavia indicare un altoparlante di bassa impedenza simboleggiando una bobina mobile di poche spire, mentre per l'altoparlante di impedenza elevata si disegna una bobina mobile composta da molte spire. Ma ciò non è esatto, perché non è assolutamente vero che a un maggior numero di spire della bobina mobile corrisponda un maggior valore di impedenza.
Il tipo di altoparlante più adatto per il funzionamento del circuito di figura 1 è quello con impedenza di valore compreso fra i 40 ohm e i 100 ohm, con potenza di 0,2 ÷ 1 W e diametro non inferiore ai 5 cm. Ricordiamo, tuttavia, che anche gli altoparlanti con impedenza di 8 ohm possono essere utilizzati per la realizzazione di questo esperimento.

OSCILLATORE MORSE

Il circuito di figura 1 può essere facilmente trasformato in un dispositivo didattico per lo studio delle trasmissioni e delle ricezioni in codice Morse. Basta infatti ascquistare un tasto Morse, collegarlo fra il polo positivo della pila e la pinzetta-coccodrillo rossa e la trasformazione è ottenuta.
È ovvio che lo studio va condotto da due allievi contemporaneamente. Uno di questi si esercita al tasto, ossia in trasmissione, l'altro si pone all'ascolto, cioè fa esercizio di ascolto dei segnali telegrafici.
Ricordiamo che per l'uso del circuito di figura 1 in funzione di oscillatore Morse, l'altoparlante dovrà avere una potenza di almeno 1 W ed un diametro superiore ai 5 cm, in modo che i suoni siano udibili ad una certa distanza.

MONTAGGIO DEL CIRCUITO

Il montaggio del dispositivo finora descritto si esegue osservando attentamente la fotografia pubblicata inizialmente ed il disegno riproducente il piano costruttivo di figura 2.
Anche per questo esperimento serve una buona parte dei componenti già utilizzati nei precedenti montaggi: tavoletta di legno, basetta isolante, pila, transistor, pinzette-coccodrillo, ecc. Gli elementi nuovi sono rappresentati dai due condensatori ceramici C1 -C2, dall'altoparlante e dai valori delle tre resistenze.
L'inserimento nel circuito dei due condensatori ceramici non solleva alcun problema di ordine pratico, dato che questi sono componenti non polarizzati e possono essere comunque inseriti nel montaggio, cioè in qualsiasi senso. Questa stessa osservazione si estende pure all'altoparlante, i cui terminali sono ben visibili nello schema di figura 2. Per quanto riguarda poi le tre resistenze, il lettore è invitato a consultare il codice di lettura a colori di questi elementi per riconoscerne l'esatto valore ohmmico.

FOTOCOMANDO

Il progetto di figura 1 che abbiamo chiamato fotocomando, può assumere anche la denominazione di interruttore crepuscolare, perché il sistema è pilotato dalla luce e perché, lasciato in luogo aperto, fa accendere la lampadina LP1 quando scende la sera, automaticamente, senza alcun intervento manuale e la accende, sempre automaticamente, alle prime luce del mattino. Naturalmente, quella ora descritta, è la funzione elettrica del dispositivo, non certo quella

Una volta realizzato questo dispositivo, potrete subito verificarne il comportamento, ponendo prima una mano sopra la fotoresistenza e poi togliendola.

pratica, perché sarebbe impensabile pretendere da una pila da 4,5 V una erogazione di energia elettrica prolungata per troppe ore e a poco o nulla servirebbe l'illuminazione prodotta da una lampadina di piccola potenza come quella adottata nel circuito di figura 1. Ma il principio di funzionamento rimane valido e su di esso sono concepiti i progetti di molti fotocomandi ed interruttori crepuscolari. Ovviamente, nel fotocomando, in sostituzione della lampadina, può esserci un relé che, come la lampadina, verrebbe pilotato dalla luce. In ogni caso il funzionamento degli apparati di questo tipo dipende da un componente che per la prima volta viene presentato in questo fascicolo: la fotoresistenza.

LA FOTORESISTENZA

La fotoresistenza può presentarsi sotto un aspetto costruttivo diverso. In figura 3, ad esempio, si possono notare tre tipi diversi di fotoresistenze tra le più comuni. L'involucro nel quale è inserito il componente deve essere di materiale trasparente, in modo da permettere ai raggi luminosi di colpire il dispositivo all'interno.
Per quando riguarda la struttura della fotoresistenza, ricordiamo che su un supporto isolante, che può essere di ceramica, mica o altro materiale isolante, appare depositato un sottile strato di solfuro di cadmio che costituisce l'elemento sensibile alla luce. Sopra questo strato viene poi depositato, generalmente a forma di doppio pettine, uno strato di materiale altamente conduttivo che, quasi sempre, è l'argento, ma talvolta è l'oro, proprio per le sue caratteristiche di inerzia chimica. Fra le sue bande conduttrici, che costituiscono gli elettrodi della fotoresistenza, si viene così a generare una serpentina di materiale fotosensibile.
La fotoresistenza non è un componente polarizzato e ciò significa che non è necessario rispettare alcuna polarità in sede di applicazione del componente stesso nel circuito utilizzatore; ma ciò è perfettamente intuibile in virtù della perfetta simmetria di costruzione del componente.

Ci siamo occupati, fin qui, dell'aspetto costruttivo delle fotoresistenze e della loro costituzione interna. Ma è giunto ora il momento di passare alla descrizione delle proprietà elettriche di questo componente.
La fotoresistenza è un componente la cui resistenza interna varia col variare della luce incidente. Al buio essa si comporta quasi come un isolante, assumendo valori resistivi che superano spesso il milione di ohm, raggiungendo talvolta anche i dieci megaohm. A mano a mano che la luce aumenta, la fotoresistenza diviene sempre più conduttrice, sino a raggiungere, sotto una luce intensa, valori di poche centinaia di ohm o, addirittura, di qualche decina di ohm.
Detto ciò possiamo ora capire il comportamento del semplice progetto di fotocomando riportato in figura 1.

COMPORTAMENTO CIRCUITALE

Le condizioni elettriche del circuito del fotocomando sono due: quella in cui la lampadina LP1 rimane spenta e quella in cui la lampadina si accende. E queste due condizioni dipendono dalla luce ambientale in cui si trova immersa la fotoresistenza FR, di cui, sulla sinistra dello schema di figura 1, si vede il particolare simbolo elettrico che la individua generalmente in tutti i circuiti teorici.
Quando la fotoresistenza FR è colpita dalla luce, la sua resistenza, in relazione con l'intensità di luce, raggiunge i valori minimi. Conseguentemente, attraverso la resistenza di base R2 fluisce la massima corrente, in grado di saturare il transistor TR1, ossia di renderlo conduttore a pieno ritmo. Concludendo, quando la luce colpisce FR, la base di TR1, rimane polarizzata ed il transistor conduce. Ma in tal caso sul suo collettore la tensione assume il valore di 0 V, cioè insufficiente a polarizzare la base del transistor TR2, che pertanto rimane interdetto e non consente alcun passaggio di corrente attraverso il suo collettore, che in queste condizioni non può alimentare la lampadina LP1, la quale rimane spenta. I due transistor, quando FR è colpita dalla luce, si

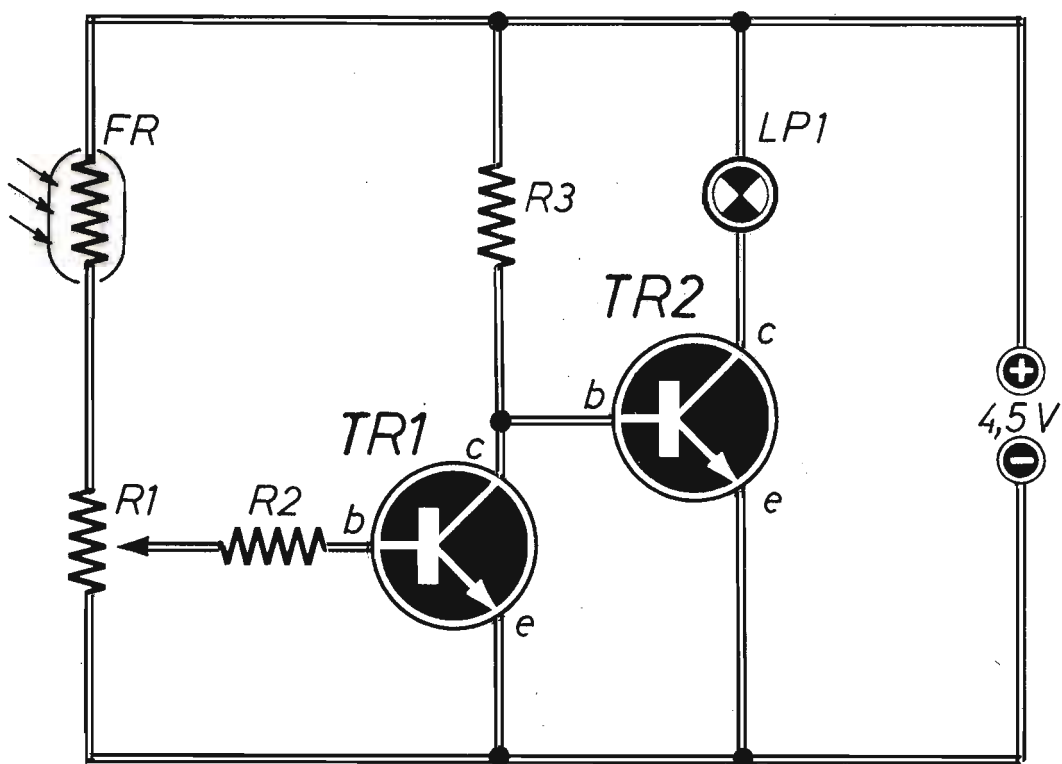



Fig. 1 - Circuito teorico del fotocomando. Per mezzo del potenziometro R1 si regola la soglia di intervento del dispositivo in relazione alla luminosità in cui è immersa la fotoresistenza FR.

COMPONENTI

Resistenze

R1 = 10.000 ohm (potenz. a variaz. lin.)
R2 = 1.200 ohm
R3 = 10.000 ohm

Varie

FR = fotoresistenza
TR1 = 2N1711
TR2 = 2N1711
LP1 = lampadina (6 V - 0,1 A)
PILA = 4,5 V

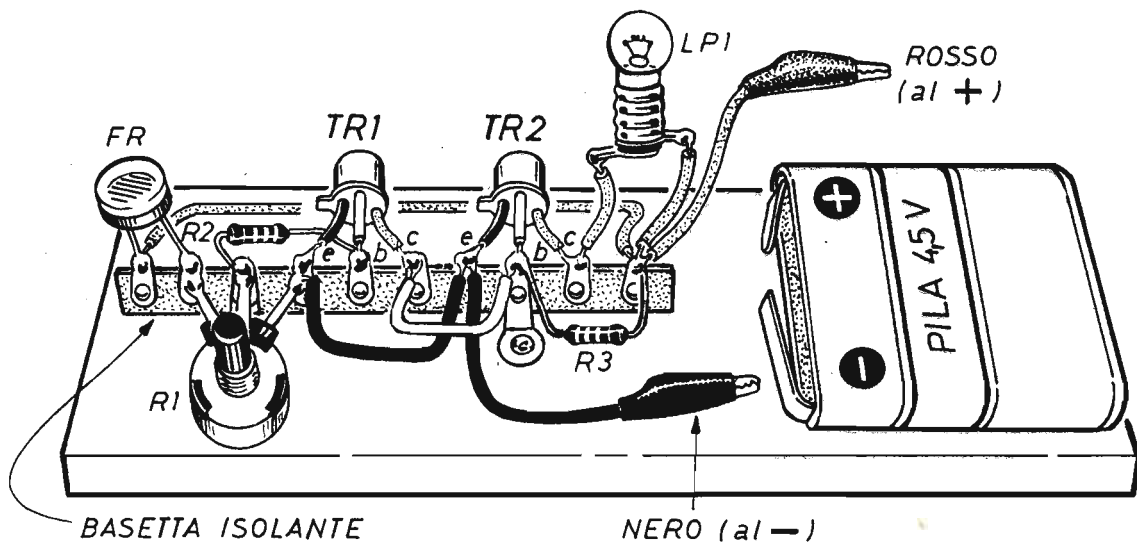
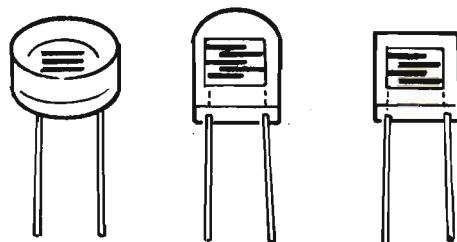



Fig. 2 - Piano costruttivo del dispositivo di fotocomando che consente di provocare l'accensione o lo spegnimento della lampadina LP1 con la quantità di luce incidente sulla superficie della fotoresistenza.

:omportano rispettivamente, da interruttore :hiuso (TR1) e da interruttore aperto (TR2).
_a situazione elettrica si capovolge quando la 'otoresistenza si trova immersa nel buio. Infatti, n questa condizione, FR raggiunge i massimi valori resistivi ed impedisce alla corrente di fluire attraverso la base del transistor TR1, il quale rimane interdetto, ossia si comporta come un interruttore aperto. La resistenza R3 può ora alimentare la base del transistor TR2,

:ig. 3 - In commercio si possono trovare fotoresisten-:e di forme diverse. Quelle qui riprodotte sono certa-nente le più comuni fra tutte.

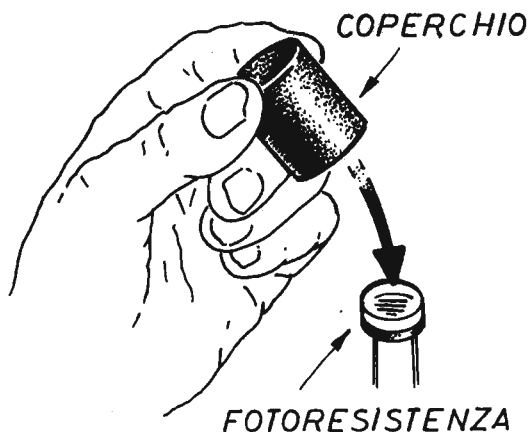
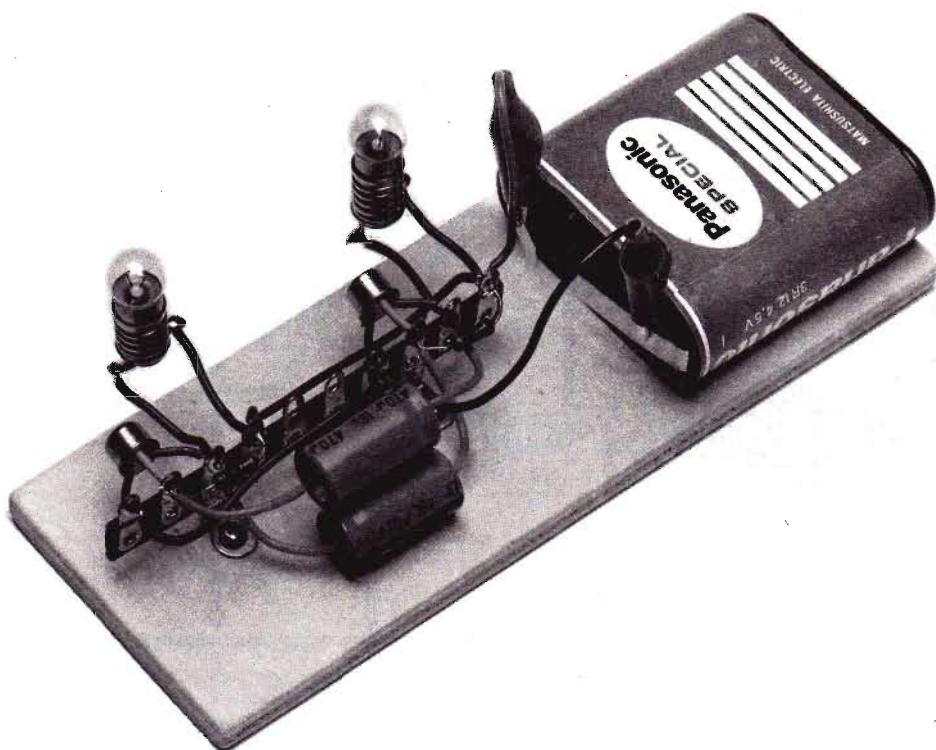



Fig. 4 - In sede di taratura dell'apparecchio, per mezzo del potenziometro R1, per oscurare la fotoresistenza ci si può servire di un coperchietto opaco, ricoprendola con questo anziché con la mano.

che diviene conduttore e, per mezzo della sua corrente di collettore, provoca l'accensione della lampadina LP1.
In serie con la fotoresistenza FR è collegato il potenziometro R1, che è di tipo a variazione lineare, del valore di 10.000 ohm e che è stato in precedenza impiegato in altro esperimento. Sulla sua struttura e sul suo comportamento ci siamo già soffermati in altra occasione e non vogliamo quindi qui ripeterci. Ma dobbiamo certamente dire a che cosa esso serve nel circuito del fotocomando.
Per una chiara e semplice interpretazione della funzione di R1, consideriamo il circuito di figura 1 nel suo comportamento di interruttore crepuscolare. Ebbene, chi utilizza questo dispositivo può avvertire la necessità di imporgli degli interventi in condizione di luce prestabilita. Per esempio, si può pretendere che la lampadina si accenda quando il buio è veramente fitto, oppure subito dopo il tramonto del sole, al crepuscolo. Analogamente, può sorgere la necessità di far spegnere la lampadina a giorno inoltrato, e non alle prime luci dell'alba. Regolando il potenziometro R1, cioè tarando opportunamente il circuito, tutte queste condizioni vengono facilmente raggiunte.

MONTAGGIO

Il montaggio del fotocomando si effettua seguendo attentamente il piano costruttivo riportato in figura 2 e la foto di apertura del presente argomento. Per esso si utilizzano tutti i materiali già noti e sui quali il lettore ha già acquisito, attraverso i precedenti esperimenti, una buona conoscenza teorica ed un sufficiente indirizzo all'impiego pratico. In questa occasione, tuttavia, si incontra un nuovo componente, la fotoresistenza FR, sulla quale ci siamo soffermati a lungo e che non dovrebbe quindi sollevare problemi pratici al momento della sua applicazione al circuito, dato che si tratta di un componente non polarizzato, che può essere inserito nel circuito in qualsiasi senso. Ciò che importa è che essa rimanga ben esposta verso la luce.

DOPPIO LAMPEGGIATORE

Le due lampadine, montate in questo circuito, si accendono e si spengono, alternativamente, con una velocità che può essere variata a piacere cambiando i valori attribuiti ad alcuni componenti. Si tratta quindi di realizzare un lampeggiatore, ossia un dispositivo con effetti vi-

La realizzazione di questo importante circuito elettronico consente, tramite la variazione dei valori resistivi e capacitivi, di concretizzare la teoria inerente al multivibratore astabile.

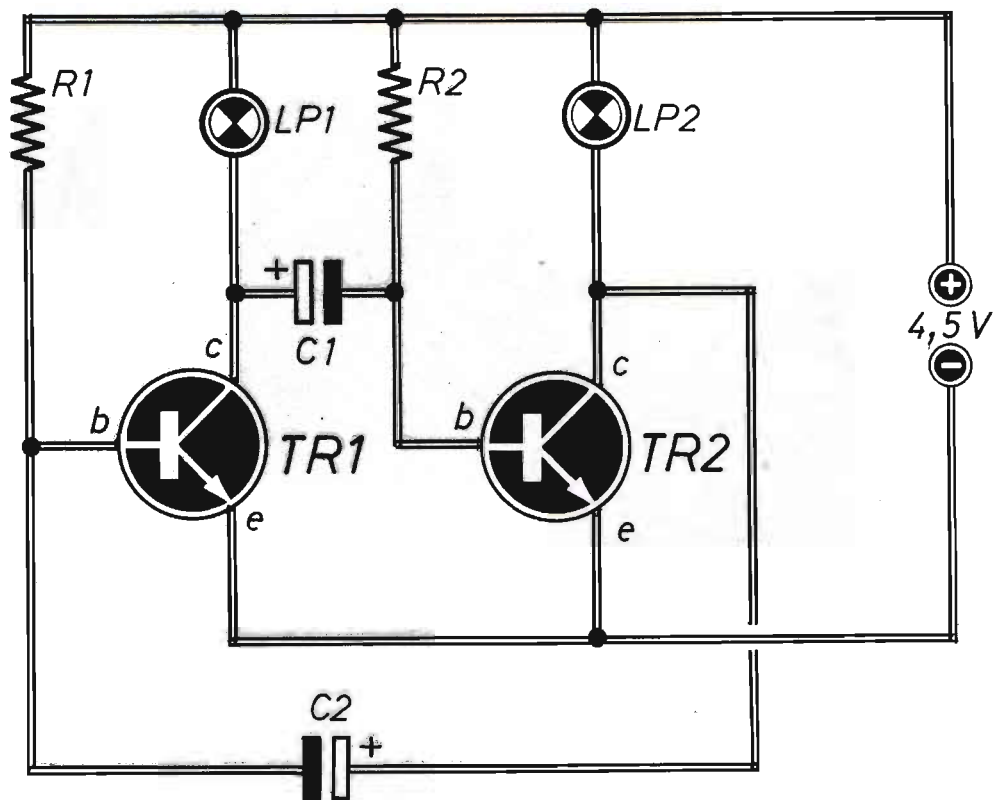



Fig. 1 - Circuito elettrico del doppio lampeggiatore che in elettronica assume la denominazione di multivibratore astabile. La velocità dei lampeggii dipende dai valori attribuiti ai due condensatori elettrolitici e alle due resistenze.

COMPONENTI

Condensatori

C1 = 470 μF - 16 VI (elettrolitico)
C2 = 470 μF - 16 VI (elettrolitico)

Resistenze

R1 = 1.200 ohm
R2 = 1.200 ohm

Varie

TR1 = 2N1711
TR2 = 2N1711
LP1 = 6 V - 100 mA
LP2 = 6 V - 100 mA
PILA = 4,5 V

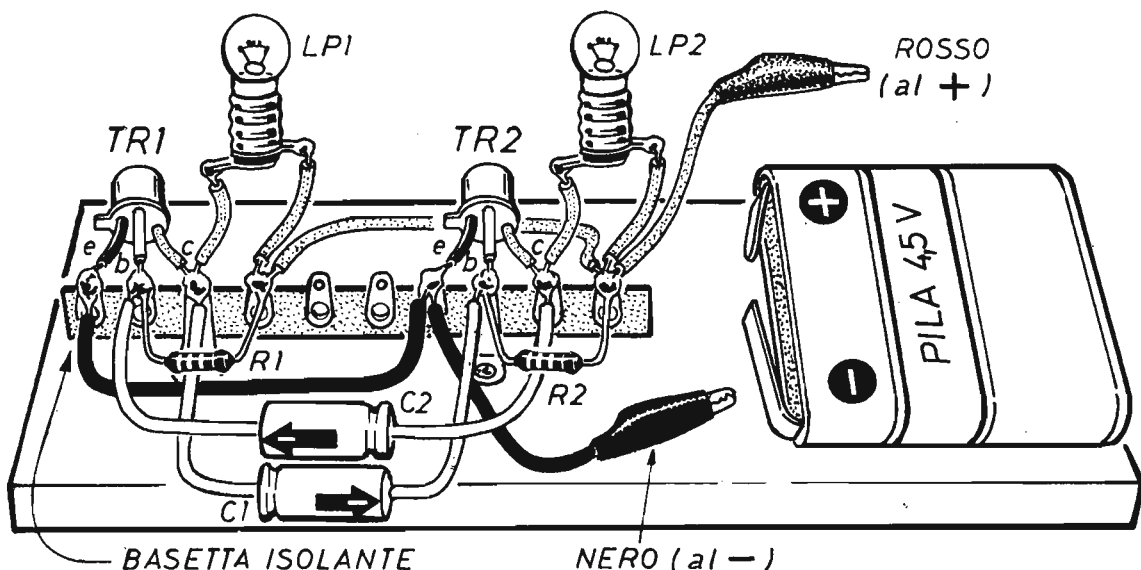



Fig. 2 - Piano costruttivo del dispositivo descritto nel testo. Per esso si fa uso di una buona parte dei componenti già impiegati in precedenti montaggi e che il lettore conosce e sa utilizzare.

stosi, che potrà essere utilizzato nella veste di apparato elettronico di richiamo nelle vetrine dei negozi.
In un primo esame elementare, il comportamento del circuito di figura 1 può così essere interpretato: quando il transistor TR1 è all'interdizione, ovvero non conduce corrente, la lampada LP1 che rappresenta il carico del transistor stesso, è spenta, mentre il corrispondente carico di TR2, rappresentato dalla lampadina LP2, rimane interessato dalla corrente e pertanto la lampadina stessa è accesa.
Con il passare del tempo, il condensatore elettrolitico C2 tende a scaricarsi lentamente attraverso la resistenza R1, sino a quando la base di TR2 diviene leggermente positiva, provocando la conduzione di TR1. Ciò fa diminuire la tensione sul collettore di TR1 e tale diminuzione si riflette, attraverso il condensatore elettrolitico C1, sulla base di TR2, la cui conduzione diminuisce facendo aumentare la propria tensione di collettore. Ma a causa dell'accoppiamento capacitivo di C2, l'aumento della tensione di collettore avvia un ulteriore aumento della tensione di base di TR1 che, a sua volta, aumenta la conduzione.

MULTIVIBRATORE ASTABILE

La descrizione sommaria del comportamento del circuito del lampeggiatore non può certamente soddisfare la curiosità del lettore che vuol conoscere un po' più a fondo i fenomeni elettronici che regolano questo importante circuito, che è noto sotto la denominazione di

"multivibratore astabile". Ebbene, con tale espressione si suole indicare un particolare circuito composto da due transistor e in grado di fornire, in uscita, un'onda quadra, la cui frequenza dipende dal valore attribuito ad alcuni componenti.
I tipi di multivibratori più noti sono tre: il "bistabile", comunemente conosciuto come "flip-flop" e largamente impiegato nei calcolatori digitali e in molte altre moderne applicazioni elettroniche, il "monostabile", in grado di fornire su opportuno comando un singolo impulso quadro, di durata prestabilita e, infine, l'"astabile" di cui ci occupiamo in questa sede.
Il circuito di figura 1, non essendo stabile, commuta, alternativamente, dallo stato di conduzione a quello di interdizione le proprie caratteristiche, fornendo con continuità un segnale ad onda quadra.
Per poter ben comprendere il funzionamento del multivibratore astabile, occorre aver chiaro il concetto di reazione.
Quando si dice che un amplificatore è dotato di reazione, si vuol dire che parte del segnale uscente viene prelevato e ricondotto all'entrata del circuito.
Ma i sistemi di reazione possono essere due: quello della reazione negativa o controreazione e quello della reazione positiva.
La reazione negativa, chiamata anche controreazione, viene sfruttata negli amplificatori audio per migliorarne alcune caratteristiche come, ad esempio, la stabilità o la banda passante.
La reazione negativa si ottiene con uno sfasamento di 180° del segnale di uscita rispetto a quello di entrata.
La reazione positiva viene ampiamente sfruttata nei circuiti oscillatori. Nei multivibratori viene ottenuta quando il segnale di uscita e quello di entrata sono in fase tra di loro. Il lettore si sarà accorto a questo punto che, improvvisamente, senza prima averne parlato, sono stati introdotti alcuni concetti nuovi, come la frequenza, la forma d'onda, la fase.
In verità, quello della frequenza è un argomento che in qualche misura è già stato sfiorato, mentre si è voluto ritenere che gli altri fossero sufficientemente intuitivi. Sui segnali, elettrici od acustici, infatti, ci siamo intrattenuti in altre occasioni ed abbiamo detto che questi si possono concepire come onde successive, il cui numero nell'unità di tempo costituisce appunto la frequenza. Se disegnate, queste onde possono esprimersi attraverso sinusoidi, forme quadre, rettangolari o forme del tutto irregolari. E se si prendono due onde perfettamente uguali, allora si dice che queste sono in fase tra loro; se invece si tratta ad esempio di due curve sinusoidali di forma uguale, ma con andamento diametralmente opposto, allora si dice che queste si trovano in opposizione di fase.
Fatte queste doverose premesse, possiamo ora continuare con l'esame del doppio lampeggiatore.
Supponiamo di considerare il circuito di figura 1, che è quello di un multivibratore astabile lampeggiatore, come un amplificatore di bassa frequenza con accoppiamento capacitivo. E consideriamo la base del transistor TR1 come l'entrata e il collettore di TR2 come l'uscita del circuito.
Applicando un piccolo segnale all'entrata, ossia sulla base di TR1, questo subisce un processo di amplificazione e di inversione di fase e con queste caratteristiche è poi presente sul collettore di TR1. Attraverso il condensatore elettrolitico C1, il segnale prosegue il suo cammino fino a raggiungere la base del transistor TR2, nel quale subisce una seconda inversione di fase. Dal collettore di TR2 il segnale può essere prelevato ed utilizzato. Infatti, il debole segnale presente all'entrata del circuito è presente ora in uscita opportunamente amplificato e con la stessa fase di quello d'entrata, proprio perché durante il percorso del circuito si sono verificate due inversioni di fase.
Il circuito d'uscita di TR2 (collettore) è collegato, tramite il condensatore elettrolitico C2, con l'entrata del circuito, ossia con la base di TR1. Ma questo collegamento crea una reazione. E il segnale già amplificato subisce un'ulteriore amplificazione attraversando nuovamente il circuito dell'amplificatore. Questi cicli successivi di amplificazione finiscono per saturare com-

pletamente un transistor impedendogli di continuare ad amplificare. Dunque, ad un certo momento la reazione si arresta.
I condensatori, presenti nel circuito, tendono a scaricarsi, riportando il circuito stesso in regime di conduzione. Ad un certo istante, tuttavia, il transistor che si trovava all'interdizione tende ad uscire da questa condizione elettrica. Il cambiamento viene interpretato dal circuito come un nuovo segnale da amplificare. Inizia così un secondo ciclo di commutazione, che inverte le sorti dei due transistor, scambiando tra loro bruscamente gli stati di saturazione e di interdizione. Ma i condensatori tendono ancora a scaricarsi, così che dopo un tempo prestabilito, che dipende proprio dal tempo impiegato dai condensatori per scaricarsi, o caricarsi, prende inizio un nuovo ciclo e il processo si ripete all'infinito.
Il processo ora interpretato è estremamente rapido e la commutazione dei due transistor avviene in frazioni di secondo. Esso dipende ovviamente dai valori attribuiti ai componenti del circuito. In particolare il tempo durante il quale TR1 conduce dipende da C1 ed R2, mentre il tempo di conduzione di TR2 dipende da R1 e C2.

MONTAGGIO

Il montaggio del lampeggiatore si esegue nel modo indicato dallo schema costruttivo di figura 2 ed osservando attentamente la fotografia di apertura del presente argomento.
Il maggior interesse che può suscitare un tale montaggio sta nella sperimentazione di componenti con valori diversi (resistenze e condensatori). In ogno caso ricordiamo che, abbassando i valori attribuiti alle resistenze e ai condensatori elettrolitici, si può giungere alla condizione in cui entrambe le lampadine sembrano accese. Ma ciò è chiaramente un'illusione ottica, dovuta al tempo di reazione dell'occhio umano. Perché in realtà il circuito oscilla benissimo anche alle frequenze molto elevate.

BARRIERA DI POTENZIALE

Può sembrare un semplice gioco luminoso, eppure, con questo dispositivo, si interpretano i concetti di amplificazione dei segnali variabili e di barriera di potenziale.

Nella maggior parte delle applicazioni elettroniche, i segnali applicati alle basi dei transistor sono variabili, mentre in tutti i montaggi fin qui realizzati si è sempre utilizzato un solo segnale di base, ossia la tensione positiva della pila a 4,5 V, che conserva sempre lo stesso valore. Ora con la realizzazione descritta in queste pagine, si vuol dimostrare che il transistor, a seconda del valore della tensione di polarizzazione di base, che può essere più o meno elevata, conserva ancora le sue caratteristiche di componente amplificatore dei segnali elettrici, ma amplifica di più oppure di meno. Inoltre, con questo stesso circuito, si vuol introdurre un nuovo concetto relativo ai diodi a semiconduttore, quello di "barriera di potenziale" che, come sarà possibile capire, è alquanto importante nella tecnica elettronica e del quale finora non si è mai parlato.
Il circuito riportato in figura 1, che può essere considerato un divertente gioco per bambini, consente, mediante una manovra manuale completa esercitata sul perno del potenziometro R2, di provocare l'accensione o lo spegnimento dei due diodi led DL1 - DL2 attraverso le tre seguenti posizioni fondamentali del cursore:

Cursore al negativo	**= DL2 acceso**
Cursore al centro	**= DL1 - DL2 accesi**
Cursore al positivo	**= DL1 acceso**

Con l'espressione "cursore al negativo" intendiamo dire "con la base del transistor direttamente collegata alla linea di alimentazione negativa". In tal caso le condizioni elettriche del circuito di figura 1 sono evidenti: sulla base del transistor non giunge alcun segnale positivo di polarizzazione e TR1 rimane quindi all'interdizione, cioè si comporta come un interruttore aperto, che non lascia passare alcuna corrente. Virtualmente, quindi, è come se il transistor non esistesse e sui terminali della pila fossero collegati soltanto il diodo al silicio D1 ed il diodo led DL2 di color verde, il quale si accende e rimane acceso finché il cursore del potenziometro R2 rimane nella posizione citata, ossia tutto spostato verso il polo negativo della pila.
Ora supponiamo di far ruotare il perno di R2, lentamente, fino a raggiungere la posizione centrale. Durante questa manovra si osserveranno i seguenti fenomeni: la luminosità del diodo DL2 verde si attenua lentamente, mentre si accende progressivamente il diodo led DL1 rosso. Questo significa che sulla base del transistor è arrivato un segnale positivo, che lo ha messo parzialmente in conduzione, provocando un flusso di corrente di collettore e di emittore, in grado di accendere il led DL1 rosso, sia pure debolmente. Ma significa pure che il transistor amplifica tutta una gamma di segnali, che si estende dai più deboli ai più forti. E ciò è quanto si voleva dimostrare.
Continuando a far ruotare il perno del potenziometro R2, sempre lentamente, fino a raggiungere l'estremità opposta, si potranno notare i seguenti fenomeni: il diodo led DL2 verde si spegne progressivamente, mentre si accende sempre di più il led DL1 rosso, fino al raggiungimento della massima luminosità consentita dal circuito e dai valori attribuiti ai suoi componenti. Ma vediamo come si spiega tale fenomeno. A mano a mano che la tensione di polarizzazione di base positiva aumenta, il transistor TR1 diventa sempre più saturo. E una volta raggiunta la massima saturazione, la corrente di collettore assume un'intensità tale da ridurre al valore di 0 V la tensione proprio sul collettore. Il percorso della corrente, in questo caso, è divenuto il seguente: pila - resistenza R3 - collettore-emittore e diodo led DL1 rosso. Il diodo DL2 verde, invece, rimane spento, per il semplice motivo che la tensione di collettore di 0 V non è sufficiente a superare la barriera di potenziale di 0,6 V del diodo al silicio D1.

BARRIERA DI POTENZIALE

Vediamo ora di interpretare il nuovo concetto di "barriera di potenziale", che riguarda i diodi e che, per semplificare le nostre esposizioni, non abbiamo preso in considerazione nel corso della seconda parte, quella appunto dedicata ai semiconduttori.
Quando si accostano tra di loro due pezzetti di semiconduttore di nome diverso, P ed N, si

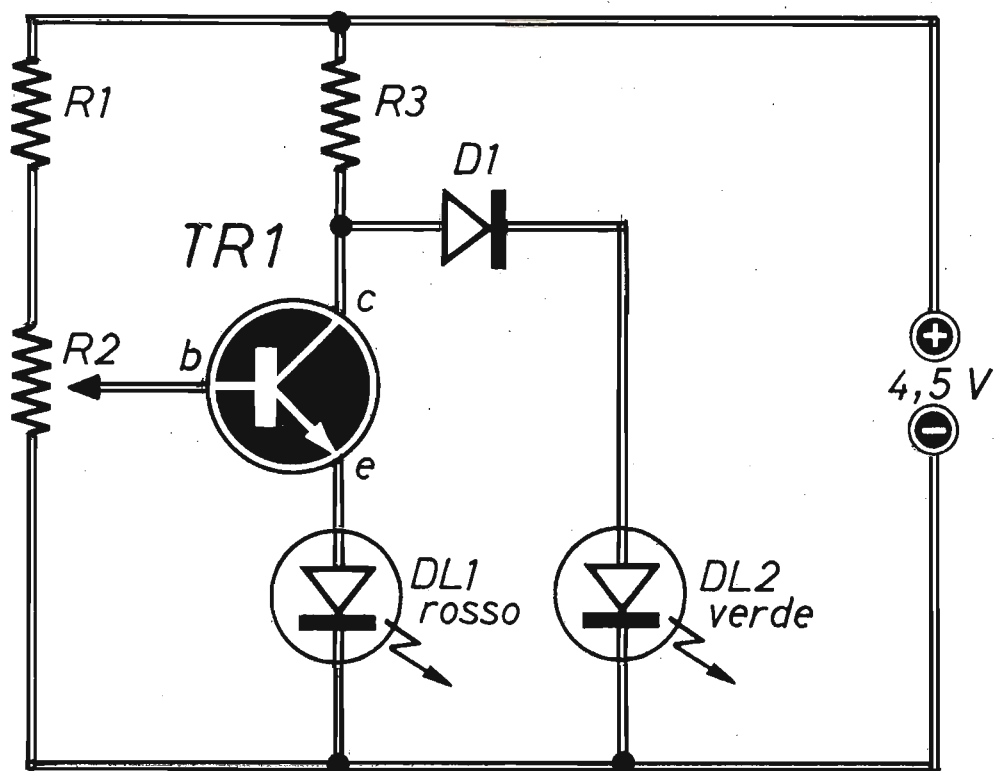



Fig. 1 - Circuito elettrico del dispositivo mediante il quale è possibile alternare l'accensione dei due diodi led.

COMPONENTI

Resistenze

R1	=	1.200 ohm
R2	=	10.000 ohm (potenz. a variaz. lin.)
R3	=	100 ohm

Varie

TR1	=	2N1711
D1	=	diodo al silicio (quals. tipo)
DL1	=	diodo led rosso
DL2	=	diodo led verde
PILA	=	4,5 V

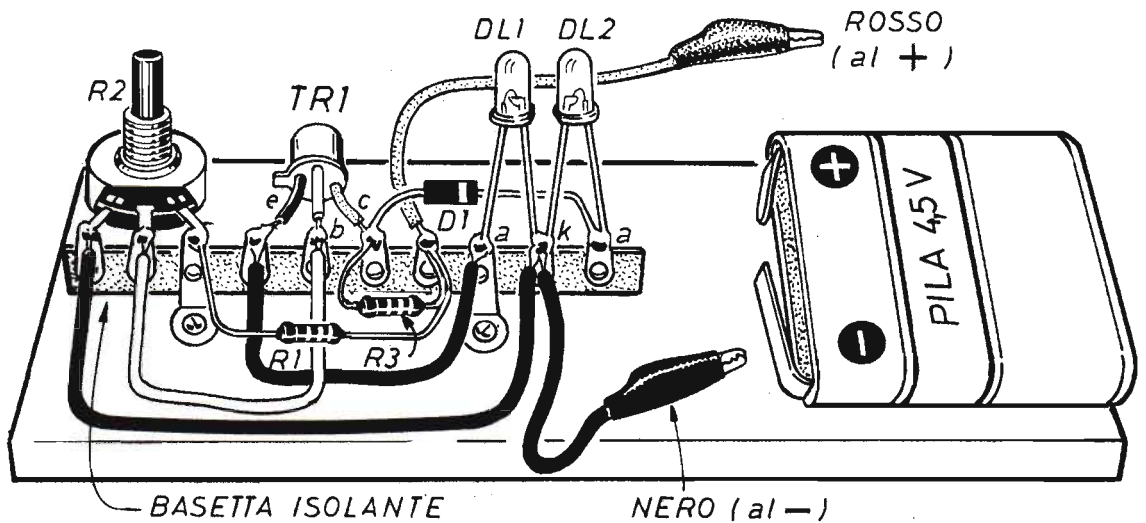



Fig. 2 - Piano costruttivo dell'apparato con il quale si possono dimostrare due importanti concetti elettronici: quello dell'amplificazione di segnali variabili e quello della barriera di potenziale.

manifesta un particolare fenomeno: si verifica un passaggio spontaneo di elettroni dal semiconduttore N al semiconduttore P, che neutralizza soltanto le cariche che si trovano sulla superficie di contatto dei due semiconduttori. In questo modo la superficie di contatto privata di cariche elettriche, si comporta come un isolante, che impedisce un ulteriore passaggio di elettroni dal semiconduttore N al semiconduttore P. Il fenomeno può paragonarsi a quello che si verifica tra le due armature di un condensatore, in cui le cariche elettriche non passano da un'armatura all'altra a causa dell'isolante interposto fra esse. Dunque, il diodo è costituito da due pezzetti di semiconduttore di nome diverso, in uno, quello P, vi sono cariche elettriche positive libere, nell'altro, quello N, vi sono cariche elettriche negative libere.
Tra le due superfici di contatto dei due semiconduttori vi è una barriera isolante, spontaneamente formatasi all'atto della giunzione degli elementi, che prende il nome di "barriera di potenziale".
La barriera di potenziale, chiamata pure "soglia di potenziale", è un dato molto importante per il diodo, perché indica quel valore di tensione al di sotto del quale il diodo rimane praticamente isolante. Per il diodo al silicio questo valore si aggira intorno a 0,6 V ÷ 1 V.
Dunque, affinché il diodo D1, inserito nello schema di figura 1, divenga conduttore, è necessario applicare, sui suoi terminali, una tensione in grado di vincere la barriera di potenziale interna. E finché questa supera il valore di 0,6 V, il diodo led DL2 verde si accende, ma quando diventa di 0 V, il diodo al silicio D1 non può più condurre corrente ed il led verde si spegne.
Per chiarire ancor più il concetto di barriera di potenziale, si potrebbe dire che la barriera stessa si rivela, nella pratica, come una piccola pila, con tensione di 0,6 V, collegata in parallelo con il diodo e con il morsetto positivo rivolto verso il catodo.

MONTAGGIO

Esauriti i concetti teorici, passiamo ora alla descrizione del montaggio del dispositivo, il cui piano costruttivo è riportato in figura 2. Ovviamente, durante le operazioni di saldatura dei terminali dei componenti sul circuito, occorrerà tenere pure sott'occhio la foto di apertura del presente argomento.
Sulla morsettiera i vari elementi vanno applicati seguendo le raccomandazioni fatte per i precedenti apparati. Per esempio, prima di montare il transistor TR1, occorre selezionare bene i tre conduttori di emittore-base-collettore, introducendo nei tre conduttori altrettanti tubetti isolanti diversamente colorati. I due diodi led DL1 - DL2 debbono essere montati nel giusto verso, tenendo conto delle posizioni dell'elettrodo di catodo e di anodo e ricordando che l'elettrodo di catodo è facilmente individuabile per il semplice motivo di trovarsi da quella parte del componente in cui è presente una piccola tacca-guida. Anche il diodo al silicio D1 deve essere applicato al circuito tenendo conto della posizione dei terminali di anodo e di catodo; il conduttore di catodo si trova nella parte del componente sulla quale è impresso un anello di riferimento.

SPIA ACUSTICA

Realizzando il dispositivo presentato e descritto in queste pagine, il lettore potrà ascoltare la voce di persone lontane, che stanno parlando fra loro, oppure quella della natura, come ad esempio il canto degli uccelli, il verso di molti animali, il ronzìo delle api, lo stormire delle foglie o il mormorìo dei ruscelli. E tutto ciò è reso possibile dall'uso di un componente, mai adottato finora, che prende il nome di microfono omnidirezionale e che avremo modo di conoscere più avanti. Un altro componente, tuttavia, non ancora utilizzato in precedenti montaggi, verrà montato nel circuito della spia acustica; la cuffia stereofonica, qui collegata in

Per l'ascolto selezionato di una particolare sorgente sonora, basta orientare verso questa il tubetto cilindrico contenente lo speciale microfono a condensatore.

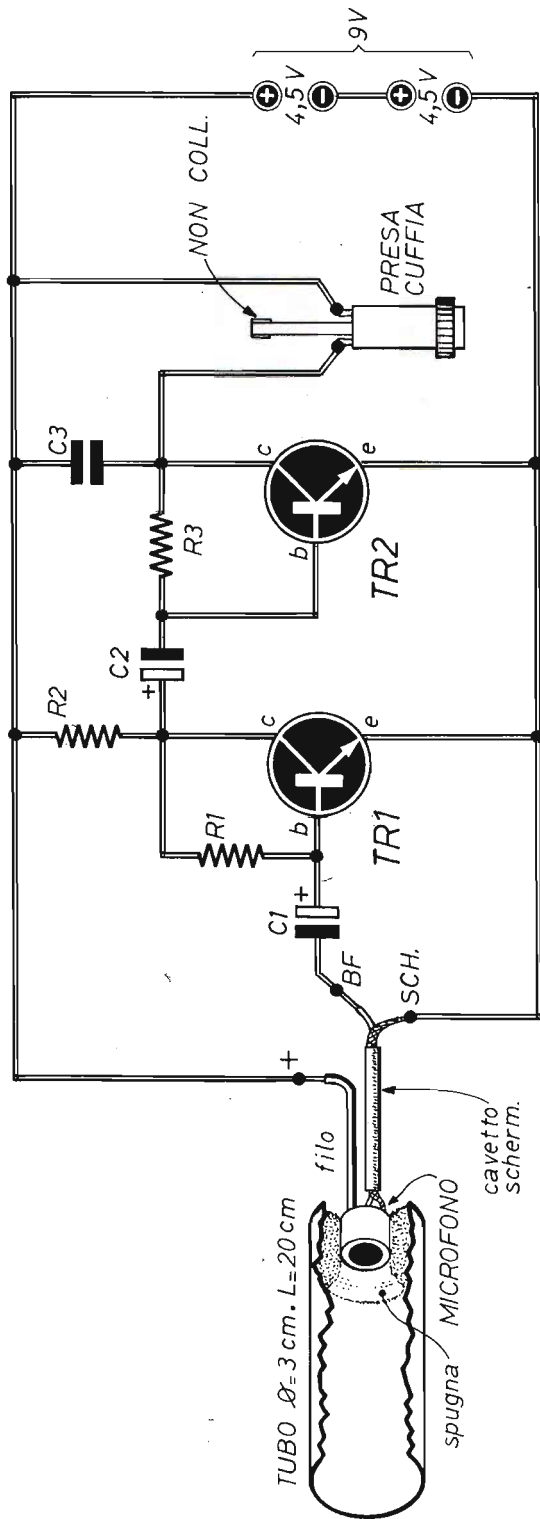



Fig. 1 - Circuito teorico dell'amplificatore di suoni raccolti dal microfono omnidirezionale, montato in un tubo di cartone, plastica o metallo per il miglior orientamento del componente sulla sorgente sonora. Il terminale centrale della presa per cuffia rimane inutilizzato per l'uso monofonico di questa.

COMPONENTI

Condensatori

C1 = 50 μF - 16 Vl (elettrolitico)
C2 = 50 μF - 16 Vl (elettrolitico)
C3 = 100.000 pF (ceramico)

Resistenze

R1 = 150.000 ohm
R2 = 1.200 ohm
R3 = 33.000 ohm

Varie

TR1 = 2N1711
TR2 = 2N1711
MICRO = a condensatore
CUFFIA = monofonica (50 ÷ 600 ohm)
PILA = 9 V (2 pile da 4,5 V in serie)

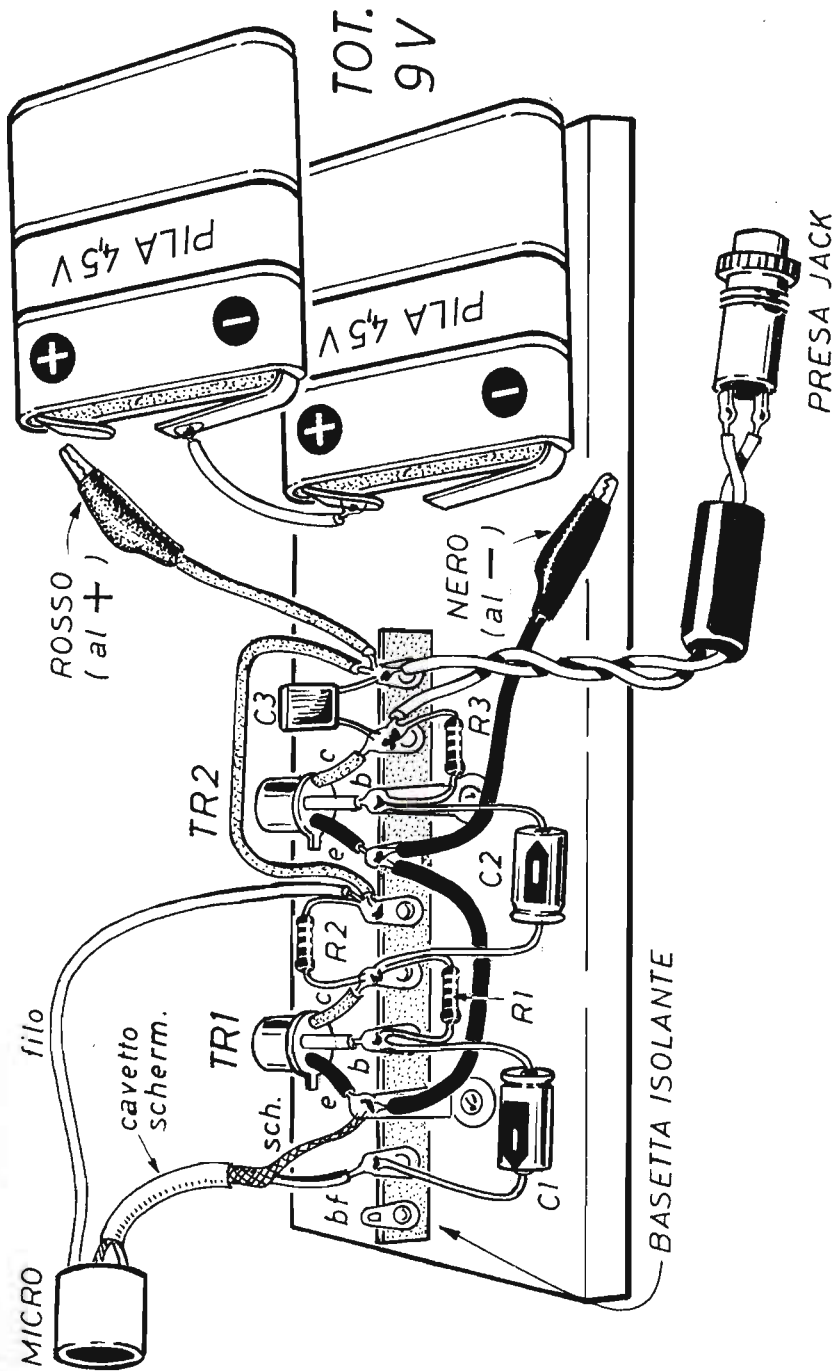



Fig. 2 - Piano costruttivo della spia acustica. Le due pile da 4,5 V sono collegate in serie tra di loro, in modo da erogare la tensione di valore complessivo di 9 V. Si noti, sulla presa jack per cuffia, l'assenza del terminale centrale, volutamente omesso per motivi di chiarezza di disegno. Per usi semiprofessionali del dispositivo, si consiglia di inserire il circuito in un contenitore metallico con funzioni di schermo elettromagnetico.

veste monofonica. Ma passiamo subito all'esame del circuito di figura 1, allo scopo di conoscere i nuovi elementi ora citati ed il loro comportamento elettrico.
Il microfono, disegnato sull'estrema sinistra dello schema teorico, costituisce l'entrata del circuito, la cuffia, di cui sulla destra è indicata la presa per il collegamento, rappresenta invece l'uscita. Iniziamo quindi l'analisi del progetto a partire dall'entrata, per raggiungere poi, attraverso i vari elementi circuitali, l'uscita del dispositivo, vale a dire la cuffia.

IL MICROFONO

Abbiamo avuto occasione di descrivere nelle pagine precedenti il più importante dei trasduttori acustici cioè l'altoparlante. Ora è la volta di altro importante trasduttore acustico: il microfono, che funziona in modo del tutto opposto a quello dell'altoparlante. Dunque, mentre l'altoparlante trasforma i segnali elettrici in segnali acustici, ossia in onde sonore, il microfono trasforma le onde sonore in segnali elettrici, che un opportuno circuito amplifica ed una cuffia trasforma nuovamente in suono, dato che pure la cuffia è un trasduttore acustico, in grado di trasformare segnali elettrici in segnali acustici.
Il microfono, adottato per il funzionamento della spia acustica, non è quello di tipo tradizionale, che forse alcuni lettori già conoscono, cioè il microfono piezoelettrico. È invece un nuovo modello di microfono, di tipo a condensatore ed omnidirezionale, che è stato preferito fra tutti gli altri per le sue particolari caratteristiche, le dimensioni ridottissime ed il peso insignificante. Questo stesso tipo di microfono viene utilizzato dai presentatori televisivi, i quali lo infilano nell'occhiello della giacca o lo occultano in altra parte del vestito, creando l'impressione di essere sprovvisti di microfono, mentre ne posseggono uno di tipo miniatura, che è poi quello che il lettore stesso dovrà montare nel circuito della spia acustica. Ma vediamo come è praticamente concepito questo speciale trasduttore acustico.
I suoni vengono captati da una piastrina metallica che, assieme al contenitore del componente, forma il condensatore d'entrata del componente. Questi vengono applicati ed amplificati da uno speciale transistor, conosciuto con la sigla FET, che trasforma l'elevatissima impedenza del microfono in un valore relativamente basso, accettabile dalla base del transistor TR1.
In pratica, il microfono a condensatore si comporta in modo del tutto opposto a quello di un microfono piezoelettrico, perché eroga una corrente abbastanza intensa ed una tensione alquanto ridotta.

AMPLIFICAZIONE

Il segnale elettrico di bassa frequenza (BF), proveniente dal microfono, viene inviato, lungo il conduttore contenuto internamente alla guaina metallica (calza metallica), al condensatore di accoppiamento elettrolitico C1, il quale, a sua volta, lo applica alla base del transistor TR1, per sottoporlo ad un primo processo di amplificazione.
A questo punto dobbiamo far presente che attraverso i condensatori fluiscono le correnti variabili, mentre non passano le correnti continue. Ciò può essere facilmente comprovato inserendo, sul circuito di accensione di una lampadina, alimentata dalla pila a 4,5 V, un qualsiasi condensatore in serie. Il risultato sarà quello di mantenere spenta la lampadina, mentre inserendo, in serie con una lampadina da rete-luce, un condensatore, per esempio da 50.000 pF - 1.000 Vl, si potrà osservare un buon funzionamento della lampada stessa. Queste rapide considerazioni sono state citate per far capire al lettore come i segnali elettrici, provenienti dal microfono, che sono segnali variabili, possano raggiungere la base di TR1 attraverso C1, mentre la corrente della pila, applicata dalla resistenza di polarizzazione R1 alla base di TR1, non può assolutamente entrare nel microfono attraverso C1, perché si tratta di una corrente continua.
I segnali preamplificati da TR1 sono presenti sul suo collettore e, tramite il condensatore di accoppiamento elettrolitico C2, vengono applicati alla base del transistor TR2, per essere

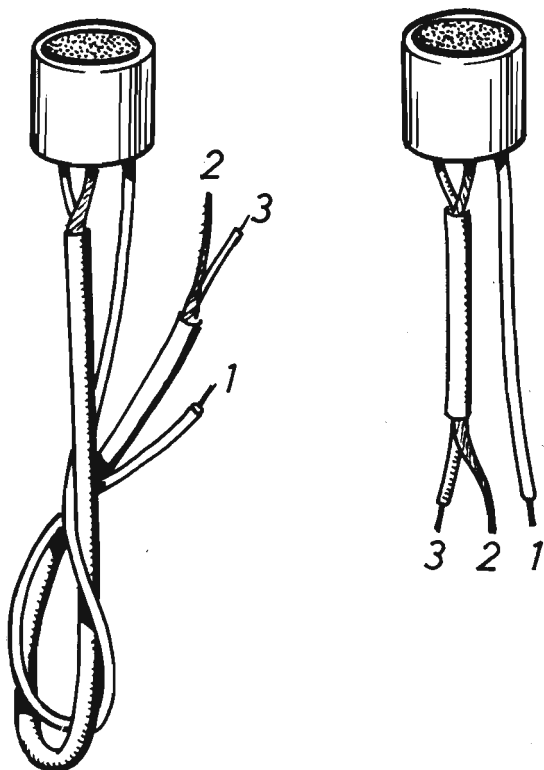



Fig. 3 - Questi due disegni riproducono fedelmente la veste esteriore del microfono omnidirezionale a condensatore adottato per il montaggio della spia acustica. Le corrispondenze fra i tre conduttori ed i numeri con cui questi sono contrassegnati nei disegni è la seguente: 1) conduttore della tensione positiva; 2) conduttore della linea di alimentazione negativa (calza metallica); 3) conduttore dei segnali di bassa frequenza.

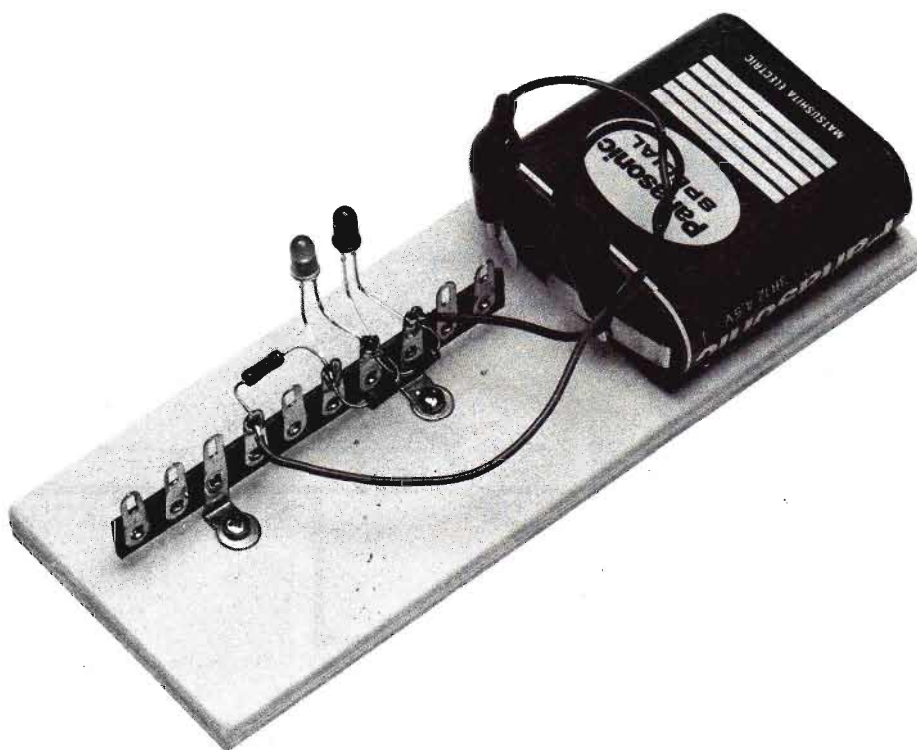
sottoposti ad un secondo processo di amplificazione. In pratica, il transistor TR2 potenzia i segnali elettrici al punto da poter agevolmente pilotare la cuffia monofonica.
L'alimentazione del circuito di figura 1 è ottenuta con la tensione continua di 9 V, quella erogata dal collegamento in serie di due pile piatte da 4,5 V ciascuna, come indicato nella foto di apertura del presente argomento e nello schema pratico di figura 2.
Per collegamento in serie di due pile da 4,5 V si intende che il polo positivo di una deve essere collegato con il polo negativo dell'altra. I due poli rimasti liberi nelle due pile sono quelli da utilizzare; fra essi sussiste il valore di tensione complessivo di 9 V.
Il circuito può funzionare pure con una sola pila, cioè con la tensione di 4,5 V, ma la resa dell'apparato migliora di molto con la tensione di alimentazione di 9 V.
Il collettore del transistor TR2 è alimentato tramite la cuffia, che rappresenta pure il carico di collettore del transistor. Il collettore del transistor TR1, invece, viene alimentato attraverso la resistenza R2. Le polarizzazioni di base dei due transistor sono ottenute tramite le resistenze R1 ed R3.

CUFFIA MONOFONICA

La cuffia da adottarsi durante l'impiego del

dispositivo ora descritto deve essere di tipo miniatura, con impedenza superiore ai 40 ohm. Il modello è quindi molto comune nell'attuale commercio degli accessori per audioriproduttori. Tuttavia, questo tipo di cuffia, oggi molto diffuso, è concepito per l'ascolto stereofonico, mentre nel circuito di figura 1 l'ascolto avviene col sistema monofonico. E monofonico significa attraverso un solo canale, mentre nella riproduzione sonora stereofonica i canali di ascolto sono due. Dunque, per l'uso della cuffia stereofonica occorre intervenire con un semplice accorgimento, che consiste nel non utilizzare il terminale centrale della presa jack, come chiaramente indicato nello schema elettrico di figura 1. Così facendo, i due padiglioni della cuffia rimangono collegati in serie tra di loro e l'impedenza, che normalmente presenta il valore di 40 ohm, si raddoppia, diventando di 80 ohm. Facciamo presente che nello schema pratico di figura 2 il terminale centrale della presa jack non è stato disegnato per una maggior chiarezza di immagine di disegno.
Oltre che la comune cuffia stereo miniatura, il lettore potrà utilizzare le cuffie di vecchio tipo, monofoniche, con impedenza di valore compreso fra i 40 ohm e i 600 ohm.

MONTAGGIO

Il progetto qui presentato non è certamente quello di un dispositivo a carattere professionale che risulterebbe ben più complesso e costoso. Anche perché esso viene realizzato con pochi componenti, sicuramente alla portata di tutti.
Se si volessero ottenere risultati altamente validi nel settore della captazione direzionale dei suoni, si dovrebbe ricorrere all'uso di microfoni appositamente costruiti, dotati di elementi paraboloidi, in grado di concentrare le radiazioni acustiche in un fuoco virtuale in cui è applicato il microfono. Infatti, a questo scopo, l'industria ha già provveduto alla realizzazione di tunnel acustici e di altri elementi che non è qui il caso di elencare, ma che servono proprio per raggiungere gli scopi menzionati. Perché le pretese di un dilettante rimangono sempre contenute nei limiti della semplicità e dell'immediatezza costruttiva. Ad ogni modo, per conferire al microfono omnidirezionale una funzione direzionale unica e precisa, in modo da poterlo orientare su questa o quella sorgente di suoni e fungere così da elemento selezionatore durante l'ascolto, si dovrà realizzare il sistema captatore illustrato nello schema di figura 1, sull'estrema sinistra. Il microfono viene dapprima avvolto in una fascetta di gommapiuma o di spugna sintetica e poi introdotto in un tubo cilindrico, del diametro di 3 centimetri e della lunghezza di 20 centimetri. Questo tubo, durante l'uso del dispositivo, verrà orientato verso la sorgente sonora che si vuol ascoltare in cuffia.
Per ogni altro particolare relativo al montaggio della spia sonora, invitiamo il lettore a seguire attentamente il piano costruttivo di figura 2 e la foto di apertura di questo argomento.
I collegamenti con i tre terminali uscenti dal microfono sono abbondantemente illustrati nei due schemi riportati nelle figure 1 - 2. La figura 3, invece, riproduce con maggior chiarezza l'espressione reale esterna del microfono a condensatore tipo miniatura adottato nella costruzione di questo originale apparato elettronico.

INDICATORE DI POLARITÀ

Oltre che rilevare la natura delle polarità, questo dispositivo serve per controllare la presenza o meno di tensioni continue nei vari punti di un determinato circuito.

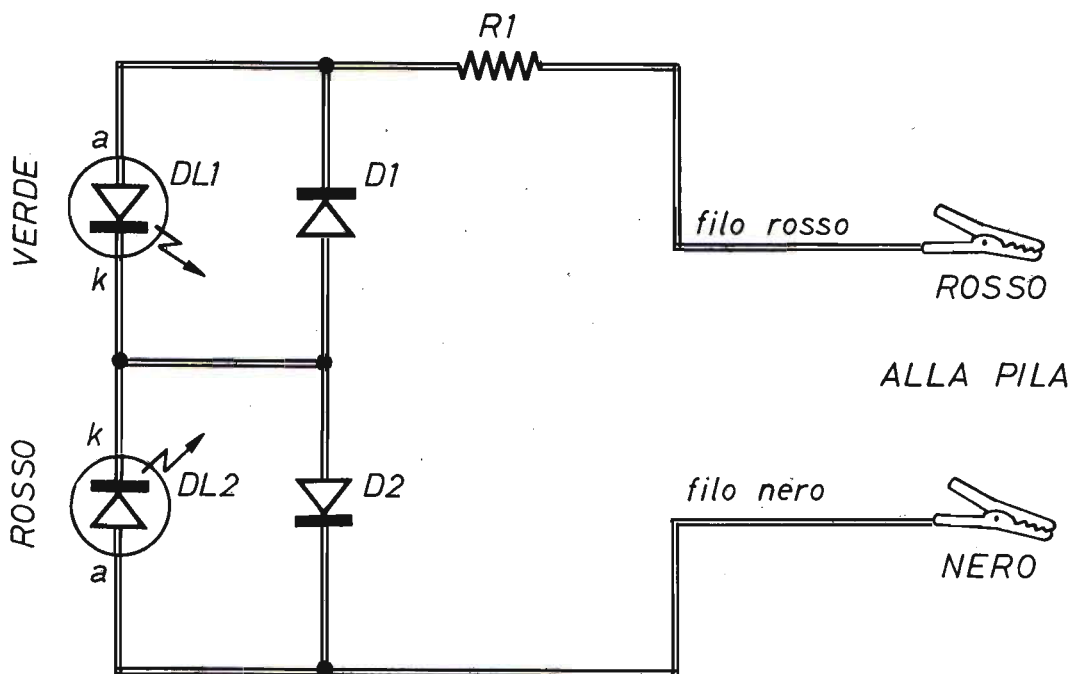



Fig. 1 - Schema teorico dell'indicatore di polarità descritto nel testo. La resistenza, collegata in serie al circuito di alimentazione, limita la corrente che attraversa i diodi led a scopo protettivo.

COMPONENTI

R1 = **100 ohm**
D1 = **diodo al silicio (quals. tipo)**
D2 = **diodo al silicio (quals. tipo)**
DL1 = **diodo led (verde)**
DL2 = **diodo led (rosso)**

A chiusura della breve rassegna delle pratiche applicazioni, si è voluto presentare un circuito a diodi, che vuol essere un semplicissimo strumento, rivelatore di polarità positive e negative, assai utile nel laboratorio del principiante, soprattutto per la sua immediatezza di impiego. Con esso, infatti, è possibile sapere se, in un qualsiasi punto di un circuito in esame, è presente la tensione elettrica e di quale tipo essa è, ovviamente entro i limiti della gamma di valori erogati dalle normali pile. Ma alle caratteristiche di impiego ora citate, lo strumento unisce un elevato contenuto didattico, perché trasferisce sul piano sperimentale quelle teorie, in precedenza esposte, che stanno alla base del comportamento dei diodi led e di quelli a

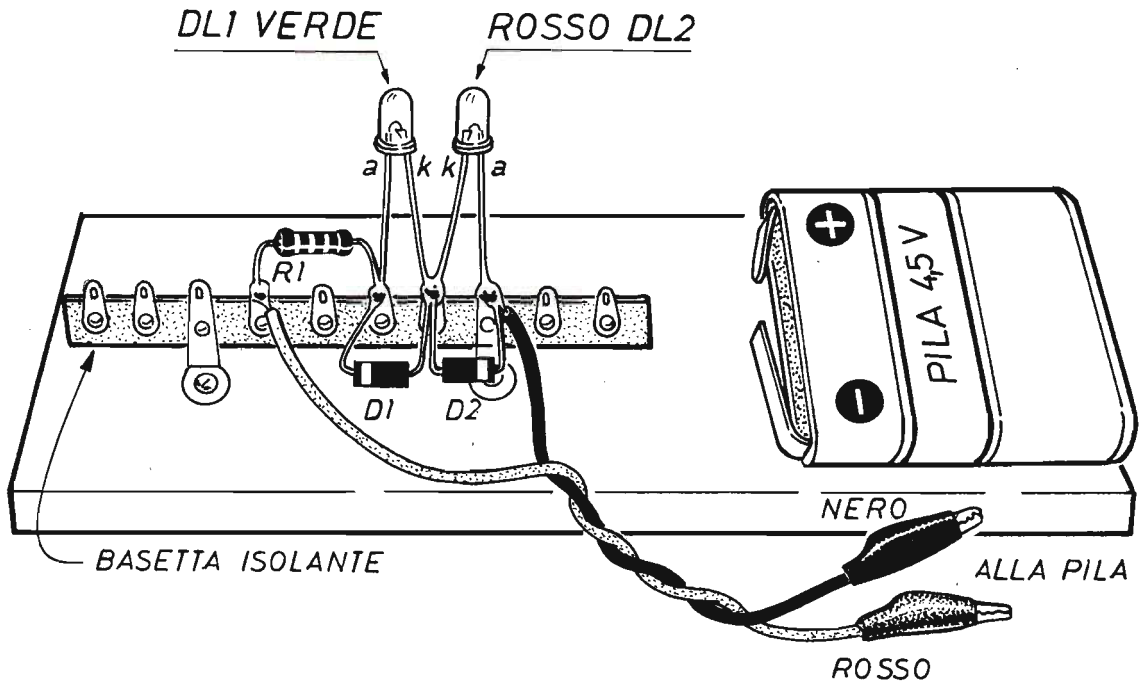



Fig. 2 - Schema pratico del dispositivo indicatore di polarità. Le lettere "a" e "k", riportate in prossimità dei conduttori dei due diodi led, indicano la posizione degli elettrodi di anodo e di catodo in questi componenti.

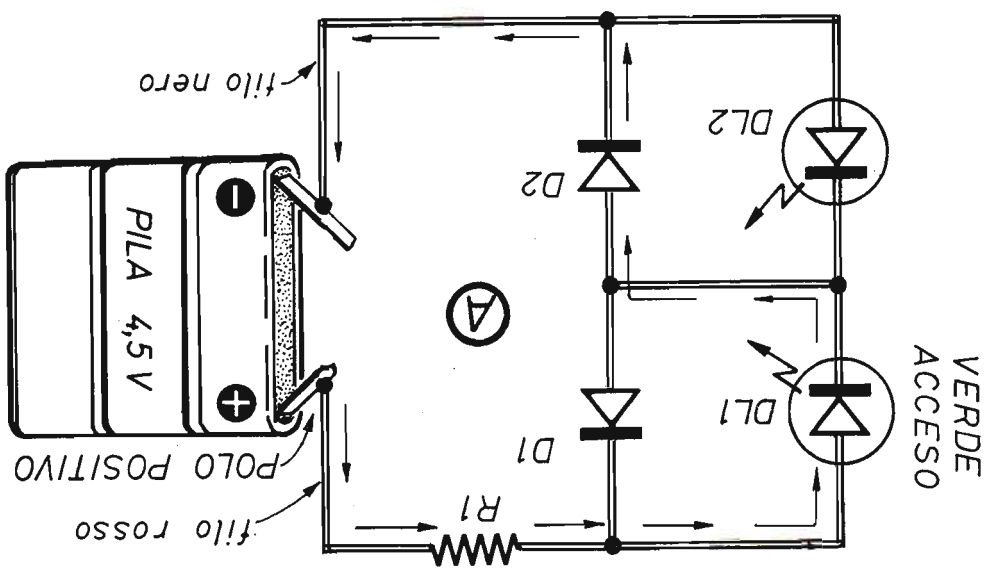
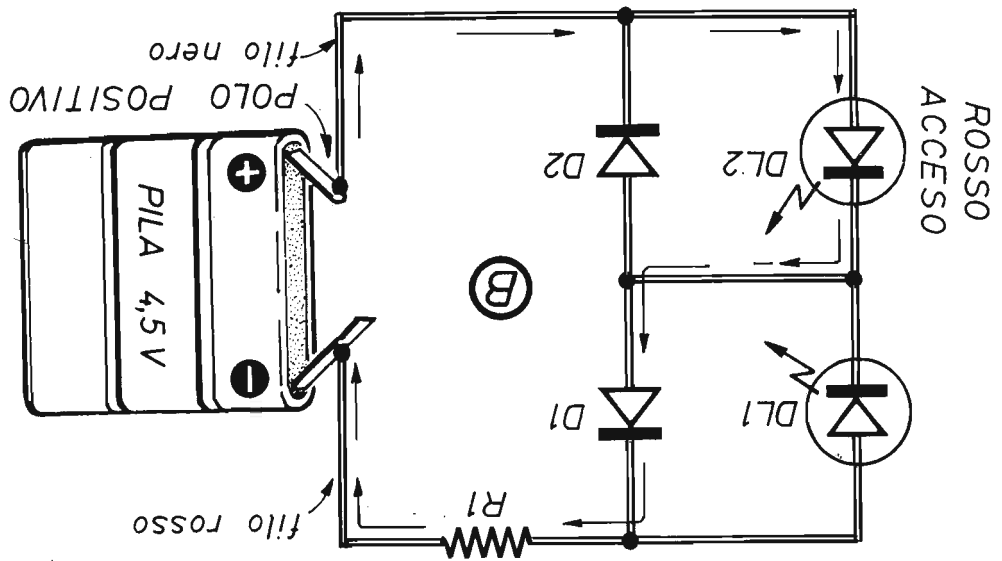
semiconduttore e che hanno formato l'oggetto di trattazione della seconda parte del presente fascicolo.

ESAME DEL CIRCUITO

Mentre la comune lampadina a filamento può accendersi con tutti i tipi di correnti e può essere inserita nei circuiti di alimentazione in un senso qualsiasi, il diodo led, per accendersi, deve essere percorso da corrente continua soltanto in un determinato verso. Ed è proprio in virtù di tale prerogativa che il diodo led può essere utilizzato per fungere da elementare dispositivo indicatore di polarità. Ma vediamo subito in qual modo, esaminando il circuito teorico di figura 1.

Due diodi led (DL1 - DL2) di colore diverso (rosso e verde), due diodi al silicio con scopi protettivi (D1 - D2), una resistenza (R1) e due pinzette-coccodrillo compongono il circuito di figura 1, il quale consente di evidenziare a colpo d'occhio se le polarità della pila sono state correttamente collegate con le due pinzette-coccodrillo di color rosso e nero. Infatti, se il conduttore rosso è stato collegato con il polo positivo e quello nero con il polo negativo della pila, allora si accende il diodo led verde DL1. Altrimenti si accende il diodo led rosso DL2. In questo secondo caso, il conduttore rosso è stato collegato con il polo negativo della pila, quello

VERDE
ACCESO
DL1
D1
R1
filo rosso
POLO POSITIVO
A
PILA 4,5 V
DL2
D2
filo nero

DL1
D1
R1
filo rosso
B
PILA 4,5 V
ROSSO
ACCESO
DL2
D2
POLO POSITIVO
filo nero

nero con il polo positivo della pila. Ecco perché il circuito di figura 1 può essere utilizzato come strumento indicatore di polarità.

PERCORSO DELLE CORRENTI

Per meglio interpretare il percorso delle correnti lungo il circuito di figura 1, nelle due diverse condizioni elettriche, ossia con le pinzette-coccodrillo collegate con i poli della pila nel modo consueto, oppure nel modo inverso, abbiamo disegnato due circuiti, ognuno dei quali è caratterizzato da un tipo diverso di collegamento della pila. In alto di figura 3, infatti, si può notare come la pila sia stata inserita nel circuito nella maniera consueta, con la pinzetta-coccodrillo rossa fissata sul polo positivo, mentre nello schema in basso della stessa figura la pila è stata collegata in senso inverso, con la pinzetta-coccodrillo rossa fissata sul polo negativo.
Nello schema in alto di figura 3, il percorso della corrente è indicato dalla sequenza di frecce riportate lungo i conduttori. Citiamolo: la corrente esce dal polo positivo della pila a 4,5 V, attraversa la resistenza R1 e, successivamente, il diodo led verde DL1 ed il diodo al silicio D2. Non può infatti attraversare il diodo al silicio D1, perché questo componente rivolge il catodo al polo positivo della pila e, per lo stesso motivo, non può attraversare il diodo led DL2 rosso. Dunque, nello schema in alto di figura 3, si accende e rimane acceso il diodo led verde DL1.
Il percorso della corrente cambia totalmente quando la pila viene inserita in senso inverso, con il polo negativo rivolto verso la resistenza R1. Infatti, come indicato nello schema in basso di figura 3, ora la corrente, prendendo le mosse dal polo positivo della pila, attraversa il diodo led rosso DL2, il diodo al silicio D1 e la resistenza R1. Non può invece attraversare il diodo al silicio D2, perché questo componente rivolge il suo catodo verso il polo positivo della pila e, per lo stesso motivo, non può nemmeno attraversare il diodo led verde DL1. Dunque, in

Fig. 3 - Le frecce disegnate parallelamente ai conduttori indicano, in entrambi questi circuiti, il verso della corrente, la quale nello schema A attraversa il led verde, mentre nello schema B percorre il diodo led rosso.

questo secondo caso, il diodo led rosso DL2 si accende e rimane acceso.
Si può affermare, a questo punto, che soltanto tre dei cinque componenti inseriti nello schema vengono interessati di volta in volta, dal flusso di corrente a seconda delle polarità applicate all'entrata del circuito. Ma uno di questi è percorso sempre dalla corrente, ed è la resistenza R1, che è un componente non polarizzato, il cui senso di inserimento nel circuito non influisce in alcuna misura sul flusso di corrente, di qualunque natura questa sia.
A prima vista, la presenza nel circuito di figura 1 ed in quelli di figura 3 dei due diodi al silicio D1 - D2 potrebbe sembrare superflua. Ma così non è. Perché essi evitano che in condizioni di non conduttività di uno dei due diodi led, la tensione possa danneggiare quello non conduttore. Infatti, i diodi led mal sopportano le tensioni inverse. Ecco spiegato il motivo per cui si sono dovuti inserire, nel circuito dell'indicatore di polarità, i due diodi al silicio D1 - D2.
La resistenza R1 rappresenta la solita resistenza di limitazione di corrente attraverso i diodi led. Dal suo valore dipende la maggiore o minore luminosità del diodo led. Non si possono comunque superare certi limiti, pena la distruzione del componente. Il valore di 100 ohm, citato nell'elenco componenti, è di per sé abbastanza basso per ottenere una buona luminosità dei led con l'alimentazione a 4,5 V. Valori più bassi potrebbero danneggiare i componenti. Ad ogni modo, per valori di tensioni diverse da quella di 4,5 V, citata ad esempio nello schema di figura 1, rimandiamo il lettore alla consultazione della tabellina riportata a pagina 410, nella quale, in corrispondenza dei normali valori delle tensioni delle pile, sono riportati quelli delle resistenze di limitazione dei diodi led.
Ad ogni modo, il valore della resistenza di limitazione può sempre essere calcolato applicando la legge di Ohm e tenendo conto che, attraverso i diodi led, deve scorrere una corrente di 10 ÷ 20 mA, a seconda dell'intensità luminosa che si vuol raggiungere.

MONTAGGIO

La realizzazione pratica dell'indicatore di polarità, riportata in figura 2, è forse la più semplice fra quante finora eseguite. Per essa si fa uso della solita tavoletta-supporto, della morsettiera e delle due pinzette-coccodrillo collegate ai conduttori colorati in rosso e in nero.
Sulla morsettiera si saldano a stagno i terminali dei due diodi led, dei due diodi al silicio e della resistenza R1 di limitazione della corrente attraverso i led.
All'atto dell'inserimento dei quattro componenti polarizzati, si faccia bene attenzione nel distinguere l'elettrodo di anodo da quello di catodo. Questi, infatti, per i diodi led, sono evidenziati, nello schema pratico di figura 2, per mezzo delle lettere "a" e "k". Per i due diodi al silicio, invece, la distinzione fra anodo e catodo si raggiunge facendo riferimento all'anello impresso sul corpo esterno del componente in prossimità dell'elettrodo di catodo.
Una volta realizzato il dispositivo, si potranno con questo effettuare le prime prove pratiche, che consistono nel collegare la pila da 4,5 V nei due modi possibili, in senso diretto e in quello indiretto, per constatare come i due diodi led si accendano vicendevolmente, in corrispondenza del tipo di polarità applicata all'entrata del circuito. Successivamente, volendo utilizzare questo semplice strumento nell'esame del circuito di un apparecchio radio, alimentato con la tensione continua di 6 V, oppure con quella di 9 V, si dovrà sostituire la resistenza R1 con altre di valore più adeguato, come è stato detto in precedenza.
Le operazioni di controllo, condotte ad esempio sul circuito di un ricevitore radio, possono consistere in un metodico rilievo della presenza delle tensioni di alimentazione sui punti più importanti dell'apparecchio in esame.

ATTENZIONE!

Informiamo i Sigg. Lettori
che mensilmente seguono le rubriche:

PAGINE DEL CB

CORSO PER RADIORIPARATORI

VENDITE ACQUISTI PERMUTE

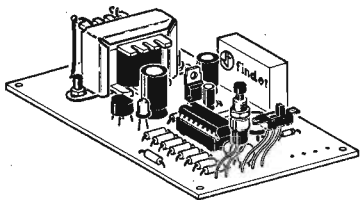
LA POSTA DEL LETTORE

che la pubblicazione delle stesse,
attualmente sospesa
per mancanza di spazio,
verrà regolarmente ripresa
nel prossimo fascicolo di settembre.

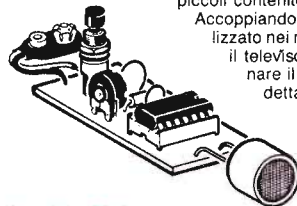
KITS ELETTRONICI

ultime novitá

RS 165 - SINCRONIZZATORE PER PROIETTORI DIA

Con questo KIT si realizza un dispositivo che permette di soncronizzare il commento sonoro col cambio delle diapositive.
Dovrà essere abbinato ad un proiettore dotato di telecomando o pulsante per il cambio DIA e a un registratore stereo, di cui verrà utilizzato un canale per la sincronizzazione e l'altro per il commento sonoro.
Il KIT è completo di circuito di alimentazione e trasformatore in modo da poter essere inserito direttamente alla presa di rete a 220 V.

L. 42.000

RS 168 - TRASMETTITORE A ULTRASUONI

È un dispositivo adatto ad emettere ultrasuoni con frequenza di 40 KHz. Date le sue ridottissime dimensioni (viene montato su di un circuito stampato di 25 mm × 45 mm) si presta molto ad essere racchiuso in piccoli contenitori.
Accoppiandolo con appositi ricevitori può essere utilizzato nei modi più svariati; accendere o spegnere il televisore, lo stereo, la luce del salotto, azionare il proiettore dia o in qualsiasi altro modo dettato dalla fantasia. Con normali ricevitori la sua portata è di circa 10 metri. Per la sua alimentazione occorre una normale batteria da 9 V per radioline.
Il KIT è completo di trasduttore ultrasonico.

L. 18.000

inviamo catalogo dettagliato a richiesta scrivere a :

ELETTRONICA SESTRESE s.r.l.

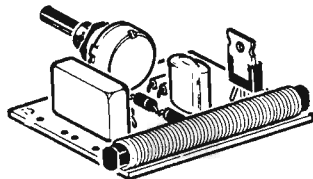
tel. (010) 603679-602262
Direzione e ufficio tecnico:
via L.Calda 33/2 — 16153 SESTRI P. (GE)

RS 169 - RICEVITORE AD ULTRASUONI

È adatto a ricevere onde ultrasoniche dell'ordine di 40 KHz.
ogni qualvolta il trasduttore ultrasonico ricevente, che fa parte integrante del KIT, viene investito da onde di circa 40 KHz un opposito relè scatta.
Può essere usato come ricevitore per telecomando per qualsiasi impiego domestico (accensione o spegnimento luci, accensione televisore, azionamento proiettore dia ecc.). Molto adatto ad essere usato come trasmettitore è il KIT RS 168 con il quale si ottiene una portata di circa 10 metri.
La sua tensione di alimentazione deve essere di 12 Vcc stabilizzata. La corrente massima sopportata dai contatti del relè è di 10A.

L. 26.000

RS 166 - VARIATORE DI LUCE A BASSA ISTERESI

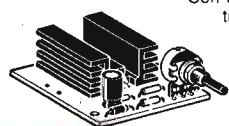
È un dispositivo di grande urilità funzionante a tensione di rete di 220 V.ca a variare l'intensità luminosa delle lampade a incandescenza modificando la quantità di energia applicata alla lampada stessa, ottenendo così oltre che un giusto livello di luce un notevole risparmio di energia elettrica. La potenza massima della lampada o del gruppo di lampade applicate all'RS 166 non deve superare i 1000 W.
L'arco di regolazione è molto graduale grazie ad un particolare circuito di polarizzazione che riduce quasi a zero il fastidioso effetto di isteresi presente in quasi tutti i regolatori elettronici di luce. Il dispositivo è inoltre dotato di un filtro che riduce notevolmente il propagarsi di disturbi a R.F.

L. 14.500

RS 170 - AMPLIFICATORE TELEFONICO PER ASCOLTO E REGISTRAZIONE

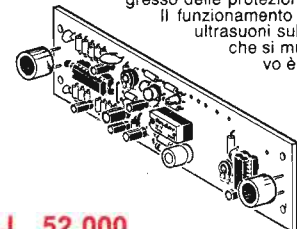
Serve a far amplificare i segnali telefonici in modo da permettere l'ascolto a più persone. La potenza massima è di circa 1 W.
È dotato di controllo volume e sensibilità e, grazie ad un particolare captatore magnetico a ventosa fornito nel KIT, può essere applicato all'esterno del telefono senza perciò dover manomettere quest'ultimo. Per il suo funzionamento occorre un altoparlante con impedenza di 4-8 Ohm. Il dispositivo è inoltre dotato di uscita alla quale può essere collegato l'ingresso di qualsiasi registratore in modo da poter registrare le conversazioni. Dato il basso consumo (circa 30 mA medio), per l'alimentazione è sufficiente una normale batteria da 9 V per radioline.

L. 26.000

RS 167 - LAMPEGGIATORE PER LAMPADE AD INCANDESCENZA 1500 W

Serve a far lampeggiare una o più lampade ad incandescenza fino a una potenza massima di 1500 W.
Può rivelarsi molto utile in tutti i casi di emergenza dove occorre richiamare l'attenzione tramite un dispositivo luminoso. Inoltre, grazie alla sua elevata frequenza di lampeggio può simulare l'effetto stroboscopico.
Con un apposito potenziometro si regola l'intervallo tra un lampo e l'altro tra un minimo di un lampo ogni secondo e mezzo e un massimo di cinque lampi al secondo. Il dispositivo è previsto per una tensione di alimentazione di 220 Vca.

L. 15.000

RS 171 - RIVELATORE DI MOVIMENTO AD ULTRASUONI

Il KIT che presentiamo serve a realizzare un rivelatore di movimento da applicare a qualsiasi centralina per antifurto (RS 14 - RS 128). Ogni qualvolta una persona si muove davanti al rivelatore in oggetto si accende un LED e scatta un micro relè, i cui contatti possono essere collegati con l'ingresso delle protezioni di qualsiasi antifurto.
Il funzionamento si basa sull'effetto DOPPLER che gli ultrasuoni subiscono in presenza di persone o cose che si muovono nella loro traiettoria. Il dispositivo è dotato di controllo della sensibilità che spinta al massimo, permette di rivelare persone in movimento alla distanza di circa 10 metri. Il KIT è completo di trasduttori (ricevente e trasmittente) e di micro relè.
La tensione di alimentazione deve essere di 12 Vcc stabilizzata e il massimo assorbimento è di 155 mA.
Naturalmente il dispositivo dovrà essere installato in ambienti chiusi

L. 52.000

scatole di montaggio elettroniche

CLASSIFICAZIONE ARTICOLI ELSE KIT PER CATEGORIA

ELSE kit

GIUGNO 1986

EFFETTI LUMINOSI

Codice	Articolo	Prezzo
RS 1	Luci psichedeliche 2 vie 750W/canale	L. 33.000
RS 10	Luci psichedeliche 3 vie 1500W/canale	L. 43.000
RS 48	Luci rotanti sequenziali 10 vie 800W/canale	L. 47.000
RS 53	Luci psiche. con microfono 1 via 1500W	L. 25.000
RS 58	Strobo intermittenza regolabile	L. 15.000
RS 74	Luci psiche. con microfono 3 vie 1500W/canale	L. 46.000
RS 113	Semaforo elettronico	L. 34.000
RS 114	Luci sequenz. elastiche 6 vie 400W/canale	L. 43.000
RS 117	Luci stroboscopiche	L. 44.000
RS 135	Luci psichedeliche 3 vie 1000W	L. 39.000

APP. RICEVENTI-TRASMITTENTI E ACCESSORI

Codice	Articolo	Prezzo
RS 6	Lineare 1W per microtrasmettitore	L. 12.500
RS 16	Ricevitore AM didattico	L. 13.000
RS 40	Microricevitore FM	L. 14.500
RS 52	Prova quarzi	L. 12.000
RS 68	Trasmettitore FM 2W	L. 25.000
RS 102	Trasmettitore FM radiospia	L. 19.500
RS 112	Mini ricevitore AM supereterodina	L. 26.500
RS 119	Radiomicrofono FM	L. 17.000
RS 120	Amplificatore Banda 4 - 5 UHF	L. 15.000
RS 130	Microtrasmettitore A. M.	L. 19.500
RS 139	Mini ricevitore FM supereterodina	L. 27.000
RS 160	Preamplificatore d'antenna universale	L. 11.000
RS 161	Trasmettitore FM 90 - 150 MHz 0,5 W	L. 23.000

EFFETTI SONORI

Codice	Articolo	Prezzo
RS 18	Sirena elettronica 30W	L. 23.500
RS 22	Distorsore per chitarra	L. 16.500
RS 44	Sirena programmabile - oscillofono	L. 13.000
RS 71	Generatore di suoni	L. 23.000
RS 80	Generatore di note musicali programmabile	L. 31.000
RS 90	Truccavoce elettronico	L. 24.500
RS 99	Campana elettronica	L. 24.000
RS 100	Sirena elettronica bitonale	L. 21.500
RS 101	Sirena italiana	L. 15.500
RS 143	Cinguettio elettronico	L. 19.000
RS 158	Tremolo elettronico	L. 25.500

APP. BF AMPLIFICATORI E ACCESSORI

Codice	Articolo	Prezzo
RS 8	Filtro cross-over 3 vie 50W	L. 26.500
RS 15	Amplificatore BF 2W	L. 11.000
RS 19	Mixer BF 4 ingressi	L. 25.000
RS 26	Amplificatore BF 10W	L. 15.000
RS 27	Preamplificatore con ingresso bassa impedenza	L. 10.500
RS 29	Preamplificatore microfonico	L. 13.500
RS 36	Amplificatore BF 40W	L. 27.500
RS 38	Indicatore livello uscita a 16 LED	L. 28.500
RS 39	Amplificatore stereo 10+10W	L. 30.000
RS 45	Metronomo elettronico	L. 9.000
RS 51	Preamplificatore HI-FI	L. 25.000
RS 55	Preamplificatore stereo equalizzato R.I.A.A.	L. 15.000
RS 61	Vu-meter a 8 LED	L. 24.500
RS 72	Booster per autoradio 20W	L. 23.000
RS 73	Booster stereo per autoradio 20+20W	L. 41.000
RS 78	Decoder FM stereo	L. 17.500
RS 84	Interfonico	L. 22.500
RS 85	Amplificatore telefonico	L. 26.500
RS 89	Fader automatico	L. 15.000
RS 93	Interfono per moto	L. 29.000
RS 105	Protezione elettronica per casse acustiche	L. 29.000
RS 108	Amplificatore BF 5W	L. 13.000
RS 115	Equalizzatore parametrico	L. 26.000
RS 124	Amplificatore B.F. 20W 2 vie	L. 29.000
RS 127	Mixer Stereo 4 ingressi	L. 42.000
RS 133	Preamplificatore per chitarra	L. 10.000
RS 140	Amplificatore BF 1 W	L. 10.500
RS 145	Modulo per indicatore di livello audio Gigante	L. 52.000
RS 153	Effetto presenza stereo	L. 28.000
RS 163	Interfono 2 W	L. 25.000

ALIMENTATORI RIDUTTORI E INVERTER

Codice	Articolo	Prezzo
RS 5	Alimentatore stabilizzato per amplificatori BF	L. 27.000
RS 11	Riduttore di tensione stabilizzato 24/12V 2A	L. 12.500
RS 31	Alimentatore stabilizzato 12V 2A	L. 16.500
RS 43	Carica batterie al Ni - Cd regolabile	L. 27.000
RS 65	Inverter 12 ÷ 220V 100Hz 60W	L. 31.000
RS 75	Carica batterie automatico	L. 23.500
RS 86	Alimentatore stabilizzato 12V 1A	L. 14.500
RS 96	Alimentatore duale regol. + - 5 ÷ 12V 500mA	L. 24.500
RS 116	Alimentatore stabilizzato variabile 1 ÷ 25V 2A	L. 33.000
RS 131	Alimentatore stabilizzato 12V (reg. 10÷15V 10A	L. 59.500
RS 138	Carica batterie Ni-Cd corrente costante regolabile	L. 33.000
RS 150	Alimentatore stabilizzato Universale 1A	L. 27.000
RS 154	Inverter 12V - 220V 50 Hz 40W	L. 25.000
RS 156	Carica batterie al Ni - Cd da batteria auto	L. 27.500

ACCESSORI PER AUTO

Codice	Articolo	Prezzo
RS 46	Lampeggiatore regolabile 5 ÷ 12V	L. 12.000
RS 47	Variatore di luce per auto	L. 15.500
RS 50	Accensione automatica luci posizione auto	L. 19.500
RS 54	Auto Blinker - lampeggiatore di emergenza	L. 19.500
RS 62	Luci psichedeliche per auto	L. 33.000
RS 64	Antifurto per auto	L. 37.000
RS 66	Contagiri per auto (a diodi LED)	L. 35.000
RS 76	Temporizzatore per tergicristallo	L. 17.500
RS 95	Avvisatore acustico luci posizione per auto	L. 9.000
RS 103	Electronic test multifunzioni per auto	L. 33.000
RS 104	Riduttore di tensione per auto	L. 11.000
RS 107	Indicatore eff. batteria e generatore per auto	L. 14.500
RS 122	Controlla batteria e generatore auto a display	L. 16.500
RS 137	Temporizzatore per luci di cortesia auto	L. 14.000
RS 151	Commutatore a sfioramento per auto	L. 15.500
RS 162	Antifurto per auto	L. 31.000

TEMPORIZZATORI

Codice	Articolo	Prezzo
RS 56	Temp. autoalimentato regolabile 18 sec. 60 min.	L. 41.000
RS 63	Temporizzatore regolabile 1 ÷ 100 sec.	L. 22.000
RS 81	Foto timer (solid state)	L. 26.500
RS 123	Avvisatore acustico temporizzato	L. 19.500
RS 149	Temporizzatore per luce scale	L. 20.000

ACCESSORI VARI DI UTILIZZO

Codice	Articolo	Prezzo
RS 9	Variatore di luce (carico max 1500W)	L. 10.000
RS 14	Antifurto professionale	L. 44.000
RS 57	Commutatore elettronico di emergenza	L. 15.000
RS 59	Scaccia zanzare elettronico	L. 14.500
RS 67	Variatore di velocità per trapani 1500W	L. 16.000
RS 70	Giardiniere elettronico	L. 10.500
RS 82	Interruttore crepuscolare	L. 23.500
RS 83	Regolatore di vel. per motori a spazzole	L. 15.000
RS 87	Relè fonico	L. 26.000
RS 91	Rivelatore di prossimità e contatto	L. 27.000
RS 97	Esposimetro per camera oscura	L. 33.500
RS 98	Commutatore automatico di alimentazione	L. 14.000
RS 106	Contapezzi digitale a 3 cifre	L. 47.000
RS 109	Serratura a combinazione elettronica	L. 36.000
RS 118	Dispositivo per la registr. telefonica automatica	L. 35.500
RS 121	Prova riflessi elettronico	L. 49.500
RS 126	Chiave elettronica	L. 21.000
RS 128	Antifurto universale (casa e auto)	L. 39.000
RS 129	Modulo per Display gigante segnapunti	L. 48.500
RS 132	Generatore di rumore bianco (relax elettronico)	L. 23.000
RS 134	Rivelatore di metalli	L. 22.000
RS 136	Interruttore a sfioramento 220V 350W	L. 23.500
RS 141	Ricevitore per barriera a raggi infrarossi	L. 36.000
RS 142	Trasmettitore per barriera a raggi infrarossi	L. 15.000
RS 144	Lampeggiatore di soccorso con lampada allo Xeno	L. 53.000
RS 146	Automatismo per riempimento vasche	L. 14.000
RS 152	Variatore di luce automatico 220V 1000W	L. 26.000
RS 159	Rivelatore di strada ghiacciata per auto e autoc.	L. 21.000
RS 164	Orologio digitale	L. 38.000

STRUMENTI E ACCESSORI PER HOBBISTI

Codice	Articolo	Prezzo
RS 35	Prova transistor e diodi	L. 19.000
RS 92	Fusibile elettronico	L. 19.500
RS 94	Generatore di barre TV miniaturizzato	L. 15.000
RS 125	Prova transistor (test dinamico)	L. 18.500
RS 155	Generatore di onde quadre 1Hz ÷ 100 KHz	L. 33.000
RS 157	Indicatore di impedenza altoparlanti	L. 37.000

GIOCHI ELETTRONICI

Codice	Articolo	Prezzo
RS 60	Gadget elettronico	L. 16.500
RS 77	Dado elettronico	L. 22.500
RS 79	Totocalcio elettronico	L. 17.500
RS 88	Roulette elettronica a 10 LED	L. 27.000
RS 110	Slot machine elettronica	L. 33.000
RS 111	Gioco dell'Oca elettronico	L. 39.000
RS 147	Indicatore di vincita	L. 29.000
RS 148	Unità aggiuntiva per RS 147	L. 12.500

«ELETTRONICA SESTRESE s.r.l.» tel. (010) 60 36 79 - 60 22 62 16153 SESTRI P. GENOVA

offerta speciale!

NUOVO PACCO DEL PRINCIPIANTE

Una collezione di dodici fascicoli arretrati accuratamente selezionati fra quelli che hanno riscosso il maggior successo nel tempo passato.

L. 12.000

Per agevolare l'opera di chi, per la prima volta, è impegnato nella ricerca degli elementi didattici introduttivi di questa affascinante disciplina che è l'elettronica del tempo libero, abbiamo approntato un insieme di riviste che, acquistate separatamente, verrebbero a costare L. 3.500 ciascuna, ma che in un blocco unico, anziché L. 42.000, si possono avere per sole L. 12.000.

Richiedeteci oggi stesso IL PACCO DEL PRINCIPIANTE inviando anticipatamente l'importo di L. 12.000 a mezzo vaglia postale, assegno o c.c.p. n. 916205, indirizzando a: Elettronica Pratica - 20125 MILANO - Via Zuretti, 52.

STRUMENTI DI MISURA

MULTIMETRO DIGITALE

MOD. TS 280 D - L. 132.000

CARATTERISTICHE GENERALI
7 Campi di misura - 31 portate - Visualizzatore cristallo liquido a 3½ cifre altezza mm 12,5 montato su elastomeri - Integrati montati su zoccoli professionali - Batteria 9 V - Autonomia 1000 ore per il tipo zinco carbone, 2000 ore per la batteria alcalina - Indicatore automatico di batteria scarica quando rimane una autonomia inferiore al 10% - Fusibile di protezione - Bassa portata ohmmetrica (20 Ω) - 10 A misura diretta in D.C. e A.C. - Cicalino per la misura della continuità e prova diodi - Boccole antinfortunistiche - Dimensione mm 170 x 87 x 42 - Peso Kg 0,343

PORTATE

VOLT D.C	=	200 mV - 2 V - 20 V - 200 V - 1000 V
VOLT A.C.	=	200 mV - 2 V - 20 V - 200 V - 750 V
OHM	=	20 Ω - 200 Ω - 2 KΩ - 20 KΩ - 200 KΩ - 2 MΩ - 20 MΩ
AMP. D. C.	=	200 μA - 2 mA - 20 mA - 200 mA - 2000 mA - 10 A
AMP. A.C.	=	200 μA - 2 mA - 20 mA - 200 mA - 2000 mA - 10 A

ACCESSORI
Libretto istruzione con schema elettrico e distinta dei componenti - Puntali antinfortunistici - Coccodrilli isolati da avvitare sui puntali.

INIETTORE DI SEGNALI

Strumento adatto per localizzare velocemente i guasti nei radioricevitori, amplificatori, audioriproduttori, autoradio, televisori.

MOD. RADIO – L. 21.950

CARATTERISTICHE TECNICHE

Frequenza	1 Kc
Armoniche fino a	50 Mc
Uscita	10,5 V eff. 30 V pp.
Dimensioni	12 x 160 mm
Peso	40 grs.
Tensione massima applic. al puntale	500 V
Corrente della batteria	2 mA

MOD. TV – L. 26.300

CARATTERISTICHE TECNICHE

Frequenza	250 Kc
Armoniche fino a	500 Mc
Uscita	5 V eff. 15 V pp.
Dimensioni	12 x 160 mm
Peso	40 grs.
Tensione massima applic. al puntale	500 V
Corrente della batteria	50 mA

Gli strumenti pubblicizzati in questa pagina possono essere richiesti inviando anticipatamente l'importo, nel quale sono già comprese le spese di spedizione, tramite vaglia postale, assegno bancario o conto corrente postale n. 46013207 a: STOCK RADIO - 20124 MILANO - Via P. Castaldi, 20.

CODICE COLORI RESISTENZE

COLORI	1° ANELLO	2° ANELLO	3° ANELLO	4° ANELLO
NERO	0	0	0	ORO ± 5%
MARRONE	1	1	1	
ROSSO	2	2	2	
ARANCIO	3	3	3	ARGENTO ± 10%
GIALLO	4	4	4	
VERDE	5	5	5	
BLU	6	6	6	NESSUN COLORE ± 20%
VIOLA	7	7	7	
GRIGIO	8	8	8	
BIANCO	9	9	9	

Per chi si avvicina al mondo dell'elettronica è di fondamentale importanza conoscere il codice dei colori per l'identificazione delle resistenze. La sua grande importanza non si limita al riconoscimento dei valori ma costituisce una regola mnemonica che in futuro sarà di grande aiuto al neofita. Qui di seguito cercheremo di illustrare nel modo che a noi sembra più congeniale i parametri e le regole che definiscono questo codice.

1) In tutte le resistenze di piccolo vattaggio (salvo qualche eccezione) l'identificazione del valore viene segnalato con anelli colorati opportunamente disposti come indicato in figura.
2) Per una giusta interpretazione è da considerarsi PRIMO ANELLO quello più vicino al bordo della resistenza stessa.
3) Una prima serie di anelli indicano il valore espresso in Ohm, mentre un ulteriore anello ne indica la tolleranza espressa in %.
4) Il valore della resistenza è indicato dai primi tre anelli il cui significato dei relativi colori è indicato nella tabella sotto:
5) I primi due anelli corrispondono a numeri che vanno considerati uno di seguito all'altro, mentre il terzo anello indica il numero degli zeri aggiunti.
6) Il quarto anello indica la percentuale di tolleranza e il significato del relativo colore è indicato nella seguente tabella: ORO ___ 5%, ARGENTO ___ 10%, NESSUN COLORE ___ 20%

MARRONE	1	BLU	6
ROSSO	2	VIOLA	7
ARANCIO	3	GRIGIO	8
GIALLO	4	BIANCO	9
VERDE	5	NERO	0

7) È molto importante sapere che se gli anelli che indicano il valore sono soltanto due vuol dire che tra i primi due numeri c'è la virgola. Per chiarire meglio i concetti sopra esposti faremo ora alcuni esempi indicativi.

È inoltre da tener presente che le resistenze non hanno alcuna polarizzazione e quindi possono essere inserite nel circuito in un verso o nell'altro.
Con queste brevi note siamo certi di aver fatto cosa gradita a tutti i principianti e a tutti coloro che nutrivano dubbi sull'argomento. Cogliamo l'occasione per augurare ai meno esperti una felice e serena introduzione nel meraviglioso mondo dell'elettronica e ai più esperti una sempre maggior tenacia nella sperimentazione di nuovi circuiti in modo che il loro futuro sia sempre più ricco di soddisfazioni.

ELETTRONICA SESTRESE s.r.l. – Tel. (010) 60 36 79/60 22 62
Dir. e uff. tecnico: Via L. CALDA, 33/2 – 16153 SESTRI P. (GE)